This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

Über dieses Buch

Dies ist ein digitales Exemplar eines Buches, das seit Generationen in den Regalen der Bibliotheken aufbewahrt wurde, bevor es von Google im Rahmen eines Projekts, mit dem die Bücher dieser Welt online verfügbar gemacht werden sollen, sorgfältig gescannt wurde.

Das Buch hat das Urheberrecht überdauert und kann nun öffentlich zugänglich gemacht werden. Ein öffentlich zugängliches Buch ist ein Buch, das niemals Urheberrechten unterlag oder bei dem die Schutzfrist des Urheberrechts abgelaufen ist. Ob ein Buch öffentlich zugänglich ist, kann von Land zu Land unterschiedlich sein. Öffentlich zugängliche Bücher sind unser Tor zur Vergangenheit und stellen ein geschichtliches, kulturelles und wissenschaftliches Vermögen dar, das häufig nur schwierig zu entdecken ist.

Gebrauchsspuren, Anmerkungen und andere Randbemerkungen, die im Originalband enthalten sind, finden sich auch in dieser Datei – eine Erinnerung an die lange Reise, die das Buch vom Verleger zu einer Bibliothek und weiter zu Ihnen hinter sich gebracht hat.

Nutzungsrichtlinien

Google ist stolz, mit Bibliotheken in partnerschaftlicher Zusammenarbeit öffentlich zugängliches Material zu digitalisieren und einer breiten Masse zugänglich zu machen. Öffentlich zugängliche Bücher gehören der Öffentlichkeit, und wir sind nur ihre Hüter. Nichtsdestotrotz ist diese Arbeit kostspielig. Um diese Ressource weiterhin zur Verfügung stellen zu können, haben wir Schritte unternommen, um den Missbrauch durch kommerzielle Parteien zu verhindern. Dazu gehören technische Einschränkungen für automatisierte Abfragen.

Wir bitten Sie um Einhaltung folgender Richtlinien:

+ *Nutzung der Dateien zu nichtkommerziellen Zwecken* Wir haben Google Buchsuche für Endanwender konzipiert und möchten, dass Sie diese Dateien nur für persönliche, nichtkommerzielle Zwecke verwenden.

+ *Keine automatisierten Abfragen* Senden Sie keine automatisierten Abfragen irgendwelcher Art an das Google-System. Wenn Sie Recherchen über maschinelle Übersetzung, optische Zeichenerkennung oder andere Bereiche durchführen, in denen der Zugang zu Text in großen Mengen nützlich ist, wenden Sie sich bitte an uns. Wir fördern die Nutzung des öffentlich zugänglichen Materials für diese Zwecke und können Ihnen unter Umständen helfen.

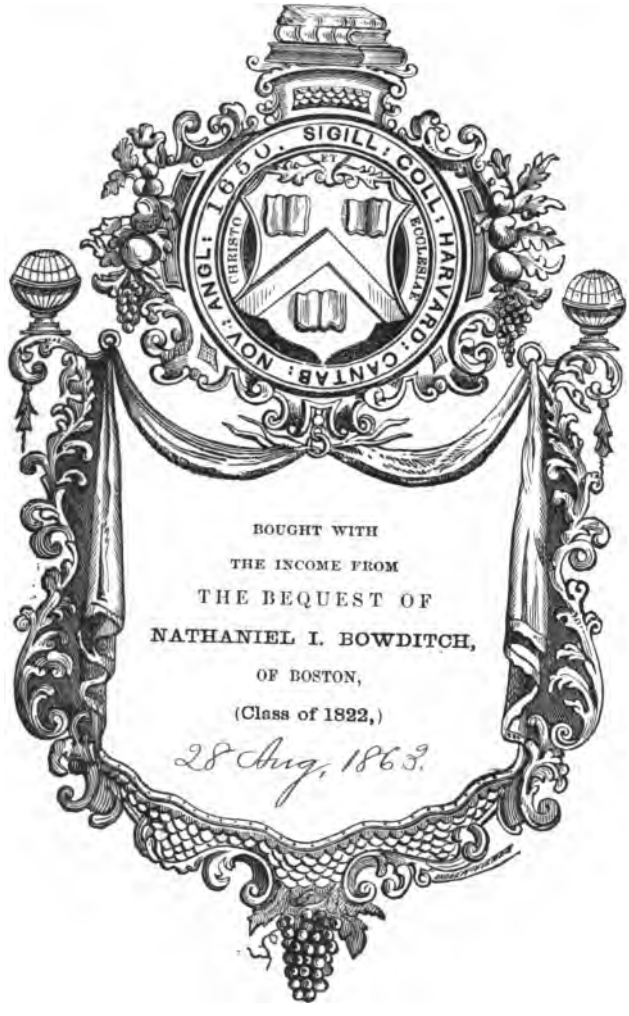
+ *Beibehaltung von Google-Markenelementen* Das "Wasserzeichen" von Google, das Sie in jeder Datei finden, ist wichtig zur Information über dieses Projekt und hilft den Anwendern weiteres Material über Google Buchsuche zu finden. Bitte entfernen Sie das Wasserzeichen nicht.

+ *Bewegen Sie sich innerhalb der Legalität* Unabhängig von Ihrem Verwendungszweck müssen Sie sich Ihrer Verantwortung bewusst sein, sicherzustellen, dass Ihre Nutzung legal ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass ein Buch, das nach unserem Dafürhalten für Nutzer in den USA öffentlich zugänglich ist, auch für Nutzer in anderen Ländern öffentlich zugänglich ist. Ob ein Buch noch dem Urheberrecht unterliegt, ist von Land zu Land verschieden. Wir können keine Beratung leisten, ob eine bestimmte Nutzung eines bestimmten Buches gesetzlich zulässig ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass das Erscheinen eines Buchs in Google Buchsuche bedeutet, dass es in jeder Form und überall auf der Welt verwendet werden kann. Eine Urheberrechtsverletzung kann schwerwiegende Folgen haben.

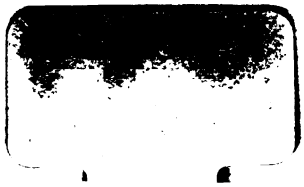
Über Google Buchsuche

Das Ziel von Google besteht darin, die weltweiten Informationen zu organisieren und allgemein nutzbar und zugänglich zu machen. Google Buchsuche hilft Lesern dabei, die Bücher dieser Welt zu entdecken, und unterstützt Autoren und Verleger dabei, neue Zielgruppen zu erreichen. Den gesamten Buchtext können Sie im Internet unter `http://books.google.com` durchsuchen.

Chem 7001.2 Bd. Mar. 1893.



SCIENCE CENTER LIBRARY



Holzſtiche
aus dem xylographiſchen Atelier
von Friedrich Vieweg und Sohn
in Braunſchweig.

Papier
aus der mechaniſchen Papier-Fabrik
der Gebrüder Vieweg zu Wendhauſen
bei Braunſchweig.

Handbuch

der

chemiſchen Technologie.

In Verbindung

mit

mehren Gelehrten und Technikern

bearbeitet,

und herausgegeben

von

Dr. P. Bolley,
Profeſſor der techniſchen Chemie am Schweizeriſchen Polytechnikum in Zürich.

Acht Bände,
die meiſten in mehre Gruppen zerfallend.

Erſten Bandes zweite Gruppe:

Das Beleuchtungsweſen.

Mit Kupfertafeln und in den Text eingedruckten Holzstichen.

Braunſchweig,
Druck und Verlag von Friedrich Vieweg und Sohn.
1862.

Das

Beleuchtungswesen.

Von

Dr. P. Volley,
Professor der technischen Chemie am Schweizerischen Polytechnikum in Zürich.

Nebst einem Anhang über elektrische Beleuchtung

von

Dr. Gustav Wiedemann,
Professor der Physik an der Universität zu Basel.

Mit Kupfertafeln und 136 in den Text eingedruckten Holzstichen.

Braunschweig,
Druck und Verlag von Friedrich Vieweg und Sohn.
1862.

84.154
Chem7001.2

1863, [illegible]
[illegible]

Die Herausgabe einer Ueberſetzung in franzöſiſcher, engliſcher und anderen modernen Sprachen wird vorbehalten.

Einleitung.

Das Wesen der Flamme. Die zu Beleuchtungszwecken gebräuchlichen 1
Mittel künstlicher Lichterzeugung beruhen mit ganz wenigen Ausnahmen (elektrisches Licht) entweder auf der unmittelbaren Verbrennung gewisser fester oder flüssiger organischer Stoffe, oder der aus solchen durch trockene Destillation gewonnenen gasförmigen Producte. Flamme ist ein in Verbrennung begriffener, gasförmiger oder dampfförmiger Körper. Starre Körper, die nicht vor ihrem Verbrennen Gas- oder Dampfgestalt angenommen haben, zeigen nicht die Art Lichterscheinung, die wir Flamme nennen. Brennt ein gas- oder dampfförmiger Körper, ohne daß sich feste Körper in Begleitung des Verbrennungsprozesses ausscheiden, so hat die Flamme nur ein geringes Leuchtvermögen.

Eine jede Anhäufung größerer Wärmemengen in einem Körper ertheilt dessen Massetheilchen das Vermögen, Licht auszustrahlen; in festen und tropfbaren Körpern sind die Massetheilchen enger aneinander gelagert, ihnen kommt daher auch die Kraft, bei Erhitzung zu leuchten, in höherem Grade zu, als den Gasen. Ein bis zu ungefähr 500° C. erhitzter, starrer oder tropfbarer Körper zeigt Rothgluth, die Erscheinung des Weißglühens tritt bei einer Erhitzung bis auf ungefähr 1000° C. ein; Gase dagegen, auf diese Temperatur erhitzt, zeigen ein sehr geringes Leuchten. Bekannte Beispiele des Verhaltens erhitzter, starrer und gasförmiger Körper sind: Verbrennendes Knallgas leuchtet nur sehr schwach; ein in die Flamme gehaltenes Stückchen Kalk aber strahlt, sobald es recht heiß darin geworden, intensives, weißes Licht aus, eine Erscheinung, von der man zur Beleuchtung mikroskopischer Objecte mit dem Hydrooxygengasmikroskop Nutzen zieht. Eine Platinspirale, in die schwach leuchtende Flamme der Weingeistlampe oder in brennendes Wasserstoffgas gehalten, strahlt, wenn sie einmal erhitzt ist, mehr Licht aus, als die Flamme selbst. In der Flamme der Kerzen, der Lampen oder der Gasbrenner sind es die darin schwebenden Kohlenstofftheilchen, welche glühen und zur Lichtausstrahlung der Flamme das Meiste beitragen. Daß sich in diesen Flammen fein vertheilter Kohlenstoff (Ruß) befindet, ist leicht durch Hinein-

halten eines kalten, unverbrennlichen und die Wärme schlecht leitenden Körpers anschaulich zu machen; der Ruß wird sich an demselben absetzen. Die Ausscheidung festen Kohlenstoffs auch aus gasförmigen Beleuchtungsmitteln läßt sich aus folgenden Verhältnissen erklären: Alle zur Beleuchtung gebrauchten Gasgemische enthalten Verbindungen von Kohlenstoff und Wasserstoff, so das Grubengas, $C_2 H_4$, und gasförmige sowie dampfförmige Kohlenwasserstoffe von der allgemeinen Formel: $C_n H_n$, worunter namentlich das Elayl, $C_4 H_4$, und das Ditetrylgas, $C_8 H_8$, gehören; es sind ferner in denselben in den meisten Fällen noch andere dampfförmige Kohlenwasserstoffe von verschiedener Zusammensetzung enthalten. Das Grubengas, aus einer Röhrenmündung von beliebiger Form ausströmend, brennt ohne stark leuchtende Flamme; das ölbildende Gas (Elaylgas) dagegen, sowie auch ein mit dampfförmigen Kohlenwasserstoffen theilweise gesättigtes Gemisch beliebiger brennbarer Gase geben eine ziemlich helle Flamme. Vom Elaylgas aber wissen wir, daß es durch Erhitzen zerfällt, sei es in Grubengas oder Wasserstoff einerseits und andererseits Kohle und kohlenstoffreiche, theerartige Stoffe, je nach der Temperatur, welcher man es aussetzte. Wenn Luft zu einem brennenden Elaylgasstrom hinzutritt, so wird besonders den äußersten Schichten des Gases Sauerstoff zugeführt und dort eine lebhafte Verbrennung stattfinden, die inneren Gasschichten werden dadurch erhitzt, und der nächste Erfolg wird sein: daß das Elaylgas unter Kohlenstoffabscheidung zerlegt wird. Der Kohlenstoff, mit dem brennenden Gasstrom in die oberen Theile der Flamme geführt, wird erst dort und zwar nur dann, wenn Sauerstoff genug hinzutreten kann, ehe er unter seine Entzündungstemperatur abgekühlt ist, verbrennen, oder wenn er in zu reichlicher Menge vorhanden ist, unverbrannt als Ruß entweichen. Es ergiebt sich also aus der nicht plötzlich, sondern nur allmälig stattfindenden Mischung des Sauerstoffs mit den brennbaren Bestandtheilen der Flamme deren Leuchten. Mischt man zu Leuchtgas, ehe es verbrennt, atmosphärische Luft, wie z. B. in den Brennern zu Heizungszwecken in Laboratorien, so fällt die Ursache der im andern Falle der Verbrennung vorangehenden Kohlenstoffabscheidung weg und die Flamme leuchtet wenig. Ganz ähnliche Verhältnisse finden statt, wenn ein an und für sich stark leuchtendes Gasgemisch mit indifferenten, d. h. nicht verbrennenden und das Verbrennen nicht unterhaltenden Gasen oder Dämpfen, z. B. Stickstoff oder Wasserdampf, gemischt und dann angezündet wird. Das geringere Leuchten im letztern Falle läßt sich erklären aus der größern Entfernung der glühenden Kohlenstofftheilchen von einander und der damit gegebenen Erleichterung, mit dem in die Flamme eindringenden atmosphärischen Sauerstoff in Berührung zu kommen und zu verbrennen.

Ganz besonders geeignet zum Nachweis, wie eine solche Verdünnung des brennbaren Bestandtheils eines Gasgemisches wirkt, ist das Verhalten des Aethers und Alkoholdampfes beim Verbrennen. Die Zusammensetzung der beiden Körper ist so, daß jeder derselben als aus Elayl und Wasser bestehend angesehen werden kann. Der Aetherdampf hat ein specif. Gewicht von 2,586. Man kann in 1 Volumen Aetherdampf annehmen:

2 Vol. Elaylgas . . .	2 × 0,9706	= 1,9412
1 » Wasserdampf . .		= 0,6239
	1 Vol. Aetherdampf	2,5651

Das specifische Gewicht des Alkoholdampfes ist 1,596; darin lassen sich annehmen:

1 Vol. Elaylgas	= 0,9706
1 Vol. Wasserdampf	= 0,6239
1 Vol. Alkoholdampf	= 1,5945

Es ist also in einem Volumen Aetherdampf doppelt soviel Elaylgas enthalten, als in einem Volumen Alkoholdampf, in letzterem kann dasselbe, ohne daß Kohlenstoffabscheidung vorausgeht, verbrennen, in ersterem ist dies weniger möglich; der Alkoholdampf brennt daher auch mit weniger leuchtender Flamme, als der Aetherdampf.

Aus dem Gesagten ergiebt sich, daß das Leuchten einer Flamme von zweierlei Bedingungen abhängig ist: 1) Von der Beschaffenheit der brennenden Gase und Dämpfe; 2) von dem Verhältnisse, in dem der Flamme Sauerstoff zugeführt wird. Die erste der genannten Rücksichten wird uns leiten bei der Wahl der Beleuchtungsmaterialien, die zweite bei der Wahl der Mittel für Regulirung des Luftzutritts zur Flamme.

Die zur Beleuchtung dienenden Stoffe, sie mögen dem Thier-, Pflanzen- oder Mineralreich angehören, haben das Gemeinsame, daß sie meist aus kohlenstoff- und wasserstoffreichen, stickstoff- und sauerstofffreien oder sauerstoffarmen Verbindungen bestehen. Diejenigen, welche ziemlich viel Sauerstoff enthalten, wie z. B. das Holz, werden nur so verwendet, daß das bei der Vergasung sich bildende, der Leuchtkraft sehr schädliche Kohlensäuregas vor dem Verbrennen durch gewisse Reinigungsvorrichtungen entfernt wird. Jedes zum Leuchten dienende Gasgemisch, ob es durch Kerzen und Lampen oder, wie bei der Gasbeleuchtung, in größerer Menge und eigenen Apparaten erzeugt wird, enthält hauptsächlich Wasserstoff, Grubengas, Elaylgas und dessen Homologe, Kohlenoxydgas, und namentlich die Flamme von Kerzen und Lampen in nicht geringer Menge unvollkommen vergaste Substanzen, also verschiedenerlei Dämpfe. Kohlensäure, Sauerstoff und Stickgas dürfen, wenn sie nicht eine wesentliche Beeinträchtigung der Leistung bewirken sollen, nur in geringen Mengen darin vorkommen.

Es giebt mancherlei Erscheinungen an der Flamme, die andeuten, daß beim Hinzutreten von Luft zu den brennenden Gasen die Verbrennung vorzugsweise und am intensivsten an den äußeren Theilen vor sich geht. Dies ist auch begreiflich; dagegen muß hier schon ein Irrthum berichtigt werden, der lange Zeit hindurch bestand, daß nämlich die Flamme eine Art Widerstand gegen das Eindringen der Luft biete und daher der Verbrennungsprozeß nur auf die Hülle sich erstrecke. Es haben Hiltgard an der Kerzenflamme und Landolt an der Flamme des Steinkohlengases deutlich nachgewiesen, daß die Luft durch die Gase der Flamme diffundirt, und daß sich im innersten Theile derselben theils sauerstoffhaltige Verbrennungsproducte, theils Stickstoff nachweisen lassen. Bei allen Flammen, wenn auch mit Modificationen, die von deren Form abhängen, beobach-

tet man, daß der äußerste Saum wenig leuchtet, aber sehr heiß ist; man nennt diesen Theil derselben den Schleier *bcd* (Fig. 1). Unter diesem ist der besonders stark leuchtende Kegel *feg*, in welchem sich der glühende, fein vertheilte Kohlenstoff befindet, und bei der Kerze und Lampe mit massivem Docht ist als innerster Theil *aa'* ein kleiner dunkler Kegel zu bemerken, in welchem noch unverbrannte Gase und Dämpfe sich aufwärts bewegen. Außer diesen drei Theilen der Flamme wird ein vierter unterschieden, nämlich der untere Theil der äußersten Hülle, der blau brennt. Diese einzelnen Partien zeigen sich am besten geschieden bei der Kerzenflamme, in der Natur der Sache aber liegt es, daß bei allen Flammen der Lampen und selbst bei der Flamme der Gasbrenner sich ähnliche Unterschiede im senkrechten Querschnitt derselben wahrnehmen lassen. Von der Menge des einer Flamme zuströmenden Sauerstoffs hängen mehrerlei Erscheinungen ab. Die durch vermehrten Sauerstoffzutritt gesteigerte Temperatur wird ein lebhafteres Glühen des ausgeschiedenen Kohlenstoffs zur Folge haben, und die Flamme wird weißer und stärker leuchtend erscheinen, so lange nicht so viel Sauerstoff zutritt, daß, wie schon bemerkt, alle in dem zum Leuchten dienenden Gasgemische enthaltenen Kohlenstoff- und Wasserstofftheilchen unmittelbar und ohne vorhergegangene Kohlenstoffabscheidung verbrennen können. Ein zu geringer Sauerstoffzutritt wird zur Folge haben, daß die Flamme qualmt, indem unverbrannter Kohlenstoff (Ruß) entweicht. Die dem stärker angefachten Verbrennungsprozeß entsprechende Temperaturerhöhung wird aber auf flüssige und feste Leuchtmaterialien den weitern Einfluß haben, daß davon, sofern sie reichlich im Dochte aufsteigen und an und für sich flüchtig sind, mehr verdampft, und daß, wenn sie durch Hitze in gasförmige Producte zersetzt werden, sich von letzteren eine größere Menge bildet und möglicherweise soviel, daß die Verbrennung nicht vollständig genug vor sich gehen kann. Flüchtigkeit, Zersetzbarkeit, chemische Zusammensetzung des Leuchtmaterials, Capillaritätsverhältnisse des Dochtes und Luftzutritt müssen daher bei jeder zur Beleuchtung dienenden Flamme so gegen einander abgestimmt werden, daß keiner der angedeuteten Uebelstände eintreten kann. Es wird bei den einzelnen Beleuchtungsarten von diesen Verhältnissen genauer die Rede sein müssen.

Fig. 1.

2 **Verschiedene Beleuchtungsarten.** Der wesentliche Unterschied zwischen Kerzen- und Lampenbeleuchtung einerseits und Gasbeleuchtung andererseits liegt darin, daß 1. die Stelle, an welcher die Verflüchtigung oder Zersetzung des Beleuchtungsmaterials vor sich geht, bei der Gasbeleuchtung entfernt liegt von dem Orte, wo die Verbrennung stattfindet, und daß die Zersetzung in eigenen Apparaten und durch besonderes Brennmaterial bewirkt wird, während die Kerzen- und Lampenflamme die Zersetzung oder Verdampfung (erstere auch noch die Schmelzung) des Leuchtmaterials selbst bewirken müssen. 2. Ist das ein Unterschied, daß das Leuchtmaterial der Kerzen und Lampen ohne Rest an Kohlenstoff zersetzbar sein muß, während bei der Gasbeleuchtung neben den dampf- und gasförmigen zur Beleuchtung bestimmten Producten immer auch flüssige und feste, namentlich Kohlenstoff, zurückbleiben.

Die Leuchtmaterialien. Natürlicherweise können zur Darstellung von 3
Kerzen nur solche Substanzen dienen, die bei gewöhnlicher Temperatur fest sind. Es werden dazu benutzt:

1. Talg.
2. Gewisse feste, von allen flüssigen Beimengungen befreite Pflanzenfette, namentlich Cocosnußöl und Palmöl.
3. Gewisse Producte oder Educte aus diesen und anderen Pflanzen- und Thierfetten (Stearin und Stearinsäure, Palmitinsäure, Elaidinsäure).
4. Wachs, hauptsächlich Bienenwachs.
5. Wallrath.
6. Paraffin.

Die gebräuchlichen flüssigen Beleuchtungsmaterialien, vorzugsweise zur Lampenbeleuchtung dienend, sind:

1. An und für sich nicht flüchtige:

a. Die Pflanzenöle, namentlich Rüb- oder Repsöle und seltener das Olivenöl u. s. w.
b. Der Thran.

2. Flüchtige:

a. Das Camphin, welches im Wesentlichen rectificirtes Terpentinöl ist, und das sogenannte Pinolin oder gereinigtes Kienöl.
b. Gewisse durch Umdestilliren des Theers aus Torf, Braunkohle, Blätterschiefer gewonnene flüssige Gemische von Kohlenwasserstoffen, die unter den Namen Photogene, Mineralöl, Solaröl u. s. w. im Handel vorkommen.

Zur Gasbeleuchtung dienen vor Allem:

1. Steinkohlen und
2. bituminöser Mergel (Boghead); zuweilen
3. Holz.
4. Jetzt nur noch selten Harze und geringe Fette und Oelsorten.

Die Materialien zur Kerzen- und Lampenbeleuchtung.

Die Natur der Fette.

4 Man ersieht aus Obigem, daß die Mehrzahl der Beleuchtungsmittel in die Classe der fetten Körper gehört. Wir unterscheiden diese zunächst, wie es im gewöhnlichen Leben geschieht, der Consistenz nach in

1. Oele, d. h. Fette, die bei gewöhnlicher Temperatur flüssig sind, und Thrane, ebenfalls flüssig und von verschiedenen Seethieren herkommend.

2. Schmalz, diejenigen Fette, die sich weich anfühlen (Butter).

3. Die bei gewöhnlicher Temperatur härtern Fette, Talg, die Wachsarten, die in der Kälte ziemlich hart und brüchig sind und wenn auch in manchen Eigenschaften davon verschieden, sich doch am natürlichsten in die Reihe der Fette ordnen lassen, und den Wallrath, den starren Theil der in der Schädelhöhle der Walthiere vorkommenden Fettsubstanz.

Wir finden Fette von jeder dieser Abstufungen der Aggregatform sowohl im Pflanzen- als im Thierreich. Es giebt mehrere Fette, die sich in beiden Naturreichen in allgemeiner Verbreitung finden.

Die Fette haben das Gemeinschaftliche, daß sie 1. alle im kalten und heißen Wasser unlöslich sind; 2. sich alle im Aether lösen; 3. erwärmt, ölartige Flüssigkeiten darstellen, die 4. auf Papier einen durchsichtigen, beim Erhitzen nicht wieder verschwindenden Fleck erzeugen; 5. durch Erhitzen sich nicht unverändert überdestilliren lassen, sondern Zersetzungen (s. unten) erleiden, daß sie 6. sämmtlich leichter sind als Wasser und 7. in reinem Zustand keine Reaction auf Pflanzenfarben zeigen (Neutralfette).

Sieht man von den Wachsarten ab, so kommen dazu noch einige weitere Charaktere: daß sie sich (die härteren, wenn sie erwärmt werden) fettig, schlüpfrig angreifen und in Alkohol, namentlich in heißem, löslich sind, während das Wachs erwärmt klebrig und auch in heißem Alkohol nur zum Theil und schwer löslich ist.

Alle natürlich vorkommenden Fette sind Gemische salzartig zusammengesetzter Körper, d. h. es lassen sich darin verschiedene organische Säuren und Basen nachweisen. Der häufigste Fall ist der, daß sich mehrere Fettsäuren mit

einer und derselben Basis, »Fettbasis«, verbunden finden, doch giebt es auch Fette, in welchen mehrere Basen vorkommen.

Diese Verhältnisse, für das Verständniß vieler Prozesse aus der Technologie der Fette äußerst wichtig, bedürfen einer näheren Auseinandersetzung.

Das hauptsächlichste, aber nicht das einzige Mittel, um in den natürlichen Fetten die Fettsäuren von den Fettbasen zu trennen, ist die Verseifung, d. h. die Behandlung der Fette mit stärkeren Mineralbasen womit sich die Fettsäuren (zu Seifen) verbinden, während die Fettbasen (in Verbindung mit Wasser) ausgeschieden werden. Aus den Seifen lassen sich die Fettsäuren durch Behandeln mit einer Mineralsäure, Salzsäure oder Salpetersäure u. s. w. abscheiden.

Die Fettsäuren.

Die Bezeichnung »Fettsäuren« hat bei den Chemikern in der neuern Zeit einen ziemlich ausgedehnten Sinn bekommen, wir werden gut thun, denselben für unsere Zwecke etwas einzuschränken. Es hat nämlich eine gewisse Uebereinstimmung in der Zusammensetzung dazu geführt, auch einige Säuren in die Fettsäurereihe zu stellen, welchen der Hauptcharakter der Fette: Unlöslichkeit in Wasser und fettiges Anfühlen abgeht. An diese schließen sich andere an, die zwar unlöslich in Wasser und fettig anzufühlen sind, die aber mit ihnen die Eigenschaft theilen, daß sie sich mit den Wasserdämpfen verflüchtigen lassen. Diese als Fettsäuren im weiteren Sinne bezeichneten Körper spielen in der Zusammensetzung der natürlich vorkommenden Fette theils gar keine, theils eine sehr geringe Rolle, und wir werden näher nur solche Säuren zu betrachten haben, die von den genannten Kennzeichen der Fette die meisten beibehalten haben und wesentliche Bestandtheile der natürlich vorkommenden Fette bilden. Eine erste Gruppe solcher Fettsäuren ist diejenige, deren Hydrate (wasserfrei sind nur wenige bekannt) nach der allgemeinen Formel $C_nH_nO_4$ zusammengesetzt, oder die homolog mit dem Essigsäurehydrat ($C_4H_4O_4$) sind, d. h. von diesem sich nur durch Hinzutreten paariger Atome von Kohlenwasserstoff (C_2H_2) unterscheiden. Die wichtigsten und best bekannten Glieder der ganzen Reihe sind:

1.	Essigsäure	(Hydrat)	$C_4H_4O_4$
2.	Buttersäure	(»)	$C_8H_8O_8$
3.	Baldriansäure	(»)	$C_{10}H_{10}O_4$
4.	Laurinsäure	(»)	$C_{24}H_{24}O_4$
5.	Myristinsäure	(»)	$C_{28}H_{28}O_4$
6.	Palmitinsäure	(»)	$C_{32}H_{32}O_4$
7.	Margarinsäure	(»)	$C_{34}H_{34}O_4$
8.	Stearinsäure	(»)	$C_{36}H_{36}O_4$
9.	Arachinsäure (Butinsäure)	(»)	$C_{40}H_{40}O_4$
10.	Cerotinsäure	(»)	$C_{54}H_{54}O_4$

Nur die fünf letzteren Glieder der Reihe haben für die Kenntniß der zur Beleuchtung dienenden Fette (die Arachinsäure, weil sie wahrscheinlich einen Bestandtheil des Olivenöls ausmacht) Bedeutung.

Wir lassen einige Glieder der Reihe, obschon sie in der Lehre von den Fetten häufig genannt werden, unerwähnt, z. B. die Coccinsäure (C_{26}), ein Bestandtheil des Cocosnußöls, weil sie nicht hinlänglich genau untersucht ist. Es sind aber noch einige Fettsäuren zu nennen, die nicht in die obige Reihe gehören.

Die Oelsäure oder Oleïnsäure ist das Glied einer kleinen und minder genau untersuchten Säurereihe, deren allgemeine Formel $C_nH_{n-2}O_4$ ist; ihre Zusammensetzung ist $C_{36}H_{34}O_4$.

Wahrscheinlich gehört auch dahin die im Repsöl gefundene und vielleicht mit Erucasäure identische Brassinsäure, $C_{44}H_{42}O_4$ (s. unten bei Repsöl). Außer diesen sind noch wichtig, die in den trocknenden Oelen (s. unten) vorkommende Säure oder Säuren, die, wie sich aus dem verschiedenen Verhalten dieser Oele erwarten läßt, eine von den genannten Fettsäuren verschiedene Zusammensetzung haben. Es ist nur die Säure des Leinöls näher untersucht und ihr die Formel $C_{32}H_{28}O_4$ gegeben.

Wir wollen nur von den für unsere Fragen wichtigsten Fettsäuren die hauptsächlichsten Eigenschaften kennen lernen.

6 **Die Palmitinsäure,** auch Aethalsäure ($C_{32}H_{32}O_4$), ist diejenige Fettsäure, welche sowohl in dem Pflanzen- als Thierreich am weitesten verbreitet ist; sie findet sich in den meisten Pflanzenölen, im Thran, im Schmalz und in den Talgarten; ferner im Wallrath und im Bienenwachs und zwar sehr selten frei, meistens mit Fettbasen und zwar in den meisten Fetten mit Glyceryloxyd (s. unten), im Wallrath mit Cetyloxyd und im Bienenwachs mit Ceryloxyd verbunden zu sogenannten Neutralfetten. Die meisten Fette, worin sie vorkommt, enthalten neben ihr noch andere Fettsäuren mit denselben Basen verbunden. Sie ist weiß, geruchlos und geschmacklos, krystallisirt in verworrenen Blättchen, ist unlöslich in Wasser, in kaltem Weingeist wenig, in heißem aber, sowie in Aether leicht löslich. Ihr Schmelzpunkt ist 62° C. Sie läßt sich durch Erhitzen zum großen Theil unzersetzt verflüchtigen und kann auf verschiedenen Wegen künstlich dargestellt werden.

7 **Die Stearinsäure,** auch Talgsäure ($C_{36}H_{36}O_4$), findet sich vorzugsweise in dem thierischen Talg, aber auch in Schmalzarten als stearinsaures Glyceryloxyd oder Stearin neben palmitinsaurem (»margarinsaurem) und oleïnsaurem Glyceryloxyd; sie hat die äußeren Eigenschaften und Löslichkeitsverhältnisse der Palmitinsäure, ihr Schmelzpunkt aber ist 69° C. Auch diese Säure kann bei vorsichtigem Erhitzen unzersetzt verflüchtigt werden. Die Palmitinsäure und Stearinsäure verbinden sich mit Erdbasen und Oxyden schwerer Metalle zu Salzen, die in Aether unlöslich sind. Eigenthümlich ist das Verhalten der Gemische von Palmitinsäure mit Stearinsäure; beide Säuren können nämlich, in einem gewissen Verhältniß zu einander gemischt, eine Masse darstellen, die einen Schmelzpunkt hat, der selbst niedriger ist als der der Palmitinsäure. Es war in sehr vielen Fällen eine solche Mischung, die bei 60° C. schmilzt und, aus dem flüssigen Zustand in den starren übergehend, in großen blättrigen Krystallen anschießt, die früher als eine eigenthümliche Säure (Margarinsäure) angesehen worden ist; die Existenz einer

besondern Säure $C_{34}H_{34}O_4$ wollte einige Zeit lang ganz geleugnet werden, jetzt weiß man aber, daß eine solche künstlich dargestellt werden kann, und ist daher geneigt, sie auch als fertig gebildet vorkommend anzunehmen.

Die Cerotinsäure ($C_{54}H_{54}O_4$) ist der im heißen Alkohol leicht lösliche 8
Bestandtheil des Bienenwachses, der früher Cerin genannt wurde, ein Körper, der in körnigen Krystallen anschießt, verflüchtigt werden kann und bei 78° C. schmilzt. Heintz hält auch diese Säure für ein Gemisch verschiedener anderer Säuren.

Die Oelsäure oder Oleinsäure ($C_{36}H_{34}O_4$) ist, an Glyceryloxyd ge- 9
bunden, der häufigste Begleiter der Palmitinsäure und Stearinsäure in den meisten thierischen und Pflanzenfetten. Sie ist in gewöhnlicher Temperatur flüssig, geschmack-, geruch- und farblos, verändert sich aber bald an der Luft, indem sie gelb und übelriechend (ranzig) wird und kratzenden Geschmack annimmt, was einer Aufnahme von Sauerstoff zuzuschreiben ist. Sie erstarrt bei — 4° C., einmal erstarrt, kann sie oft bis auf 14° C. erwärmt werden, ohne zu schmelzen. Sie ist in Wasser nicht ganz absolut unlöslich, ihre Salze mit schwermetallischen Oxyden lösen sich in Aether und Alkohol (Unterschied von Stearin- und Palmitinsäure). Sie wird durch salpetrige Säure in Elaidinsäure umgewandelt, einen festen, krystallinischen, erst bei 44° C. schmelzenden Körper (Unterschied von Leinölsäure und Unterscheidungsmerkmal trocknender und nicht trocknender Oele). Durch Erhitzen wird sie zersetzt, läßt sich also nicht unverändert überdestilliren.

Die Leinölsäure, $C_{32}H_{28}O_4$, ist die einzige genau untersuchte Säure von 10
denjenigen, welche sich in den trocknenden Oelen finden. Sie ist schwach gelblich, leichter als Wasser, erstarrt noch nicht bei — 18° C., nimmt Sauerstoff aus der Luft auf und wird dadurch zähflüssig; mit salpetriger Säure wird sie nur röthlich und dickflüssig. Ihr Barytsalz und das Kalisalz sind in Aether löslich, ein Verhalten, das wie bei der Oelsäure benutzt wird, um diese Säure von der Palmitinsäure zu scheiden.

Die Fettbasen.

Der bei weitem verbreitetste hierhergehörende Körper, den wir jedoch nicht in 11
reinem Zustande kennen, ist das Glyceryloxyd. Sobald wir ihn aus einer seiner zahlreichen Verbindungen mit den Fettsäuren, den sogenannten Glyceriden, ausscheiden, nimmt er Wasser auf und stellt damit das sogenannte Glycerin oder Oelsüß dar.

Das Glycerin ($C_6H_8O_6$) ist, wenn es längere Zeit durch Erwärmung bis 12
auf 100° C. und zuletzt durch Stehen unter der Luftpumpe von aller Feuchtigkeit befreit worden, ein farbloser, manchmal gelblich gefärbter, süß schmeckender Syrup von 1,152 specif. Gewicht, der in Wasser und Alkohol sich löst und in Aether unlöslich ist. Es verbindet sich mit Schwefelsäure zu einer gepaarten Säure, der Glycerinschwefelsäure, auch mit anderen Säuren geht es ähnliche Verbindungen ein. Man stellt dasselbe dar durch Verseifen von Olivenöl mit fein geriebener

Bleiglätte und Wasser, wobei sich das sogenannte Bleipflaster bildet, welches ein im Wasser gänzlich unlöslicher Körper ist, während Glycerin in dem Wasser gelöst bleibt und durch Abscheiden einer geringen Menge Bleioxyds mit Schwefelwasserstoff, Filtriren und Abdampfen gewonnen werden kann. Auch läßt es sich als Nebenproduct bei der Talgkalkseifenbereitung und durch Destilliren von Glyceridfetten in überhitzten Wasserdämpfen, was oft behufs der Stearinsäurefabrikation im Großen ausgeführt wird (s. unten) darstellen. Durch Erhitzen wird das Glycerin größtentheils zersetzt, es bilden sich brennbare Gase, Essigsäure und ein für alle Glyceride sehr charakteristischer Körper, das Acroleïn ($C_6H_4O_4$), eine durch Abkühlung zu einer Flüssigkeit verdichtbare, bei 52° C. siedende, brennbare, in Wasser wenig lösliche Substanz, deren Dämpfe im Schlund Kratzen verursachen und die Augen heftig angreifen. Glycerin ist in einem Strome überhitzten Wasserdampfes flüchtig. In den Glyceriden, wozu mit Ausnahme des Wachses und Wallraths alle flüssigen und festen Fette des Thier- und Pflanzenreiches gehören, findet sich nicht eigentlich das Glycerin, sondern ein noch nicht frei dargestellter Körper, der sich von demselben durch Fehlen mehrerer Atome Wasser unterscheidet und über dessen Zusammensetzung die folgende Meinung aufgestellt wurde *). Man nimmt an, es sei ein Körper in den Fetten enthalten, Lipyloxyd genannt, und dieser habe die Zusammensetzung C_3H_2O, sei das Oxyd des hypothetischen Radicals C_3H_2, so daß 2 Atome dieses Körpers, mit einander verbunden und 4 Atome Wasser aufnehmend,

$$2 \times C_3H_2O + 4HO = C_6H_8O_6$$

Glycerin bilden. Dieser von Berzelius ausgesprochenen Ansicht stehen verschiedene andere entgegen. Liebig und Andere nehmen einen Körper, Glyceryl, C_6H_7, an, der mit 5 Sauerstoff das Glyceryloxyd bilde, das durch Wasseraufnahme Glycerin (Glyceryloxydhydrat) werde. Der Name Glyceryl wird aber noch in ganz anderem Sinne für ebenfalls ganz hypothetische Körper gebraucht. Gerhardt nennt Glyceryl die Verbindung $C_6H_5O_2$; auf seine Theorie und einige noch neuere Ansichten läßt sich hier nicht näher eingehen.

13 **Cetyloxyd** ($C_{32}H_{33}O$) ist die Fettbase des Wallraths, läßt sich aber durch Verseifung desselben ebenfalls nur unter gleichzeitiger Wasseraufnahme abscheiden. Den abgeschiedenen Stoff nannte man früher Aethal. Dieser Körper ist eine weiße, geruch- und geschmacklose, krystallinische, bei 50° C. schmelzende, in Wasser unlösliche, aber in Aether und Alkohol lösliche, in der Hitze flüchtige Masse. Man stellt dieselbe dar durch Kochen von Wallrath mit weingeistiger Kalilösung, Fällen der noch heißen Lösung mit Chlorbarium, wodurch ein Gemenge von palmitinsaurem Baryt und Aethal oder Cetyloxydhydrat ausgeschieden wird, Ausziehen des letzteren mit heißem Weingeist, Verdunsten und mehrmaliges Umkrystallisiren aus Alkohol.

*) Nicht in der Meinung, uns in theoretische Lehren, die ohne Einfluß auf die Praxis sind (wie vorliegende), einlassen zu sollen, geben wir diese gedrängten Uebersichten von Hypothesen, sondern weil wir für nöthig halten, die Nomenclatur, welche der technische Leser in Handbüchern oder Abhandlungen der organischen Chemie findet, etwas zu erklären.

Ceryloxyd ($C_{54}H_{55}O$) ist die mit Cerotinsäure verbundene hypothetische, 14
d. h. auch nur im wasserhaltigen Zustand bekannte Fettbasis des chinesischen Wachses. Die gewässerte Verbindung wird durch Schmelzen von chinesischem Wachs mit Kali und Behandeln wie zur Darstellung des Aethals angegeben, dargestellt.

Myricyloxyd oder **Melyloxyd** ($C_{60}H_{61}O$) ist die Fettbasis im Myricin, 15
d. h. dem in Alkohol fast unlöslichen Theil des Bienenwachses, worin es sich mit Palmitinsäure verbunden findet. Auch von diesem Körper kennen wir nur seine Verbindung mit Wasser, sie wird aus Myricin gerade wie der vorige Körper aus dem chinesischen Wachs dargestellt. Diese ist eine bei 85° C. schmelzende, krystallinische Masse, die erhitzt sich nur zum Theil unzersetzt verflüchtigen läßt.

Die gewässerten Verbindungen der drei letzten Fettbasen findet man häufig mit dem Namen Alkohol, also Cetylalkohol, Cerylalkohol, und Myricylalkohol bezeichnet, während die Fettbasen selbst als Aetherarten, Cetyläther, Ceryläther, Myricyläther angesehen werden. Ein Blick auf ihre Zusammensetzung zeigt, daß sie homolog dem gewöhnlichen Aether, nämlich nach der Formel $C_nH_{n+1}O$, zusammengesetzt sind. Eine ähnliche Vorstellungsweise kann man auch auf das Glycerin übertragen (d. h. das Glycerin sei das Hydrat eines Oxyds, das eine dem Aethyloxyd analoge Rolle spielt), obschon es seiner Zusammensetzung nach nicht in die Reihe $C_nH_{n+1}O$ gehört.

Unter dieser Anschauung gelten die Neutralfette als zusammengesetzte Aetherarten; der Hauptbestandtheil des Wallraths wäre z. B. palmitinsaurer Cetyläther. Eine andere Aehnlichkeit des Verhaltens zwischen den Fetten und zusammengesetzten Aetherarten findet sich beim Behandeln beider mit mineralischen Basen, wodurch nicht die Aether, sondern deren Verbindungen mit Wasser, die Alkohole, abgeschieden werden. Näheres über diese vom theoretischen Gesichtspunkt großes Interesse bietenden Verhältnisse wird bei den einzelnen Fetten zu sagen sein.

Die glycerinhaltigen Fette oder Glyceride.

Hierher gehören, wie schon gesagt, bei weitem die meisten natürlichen Neutral- 16
fette des Pflanzen- und Thierreichs. Unter den, sämmtlichen Glycerinfetten zukommenden, chemischen Eigenschaften haben die folgenden große Bedeutung für die technische Verarbeitung derselben. Es ist schon oben vorübergehend das Verhalten der Fette gegen stärkere mineralische Basen erwähnt worden. Die Glyceride sind sämmtlich *verseifbar*, jedoch in sehr verschiedenem Grade.

Unter den Basen haben die kräftigste Wirkung die Alkalien; sie bilden bei ziemlicher Verdünnung und in gewöhnlicher Temperatur Seifen, von deren Bildung in der Technologie der Beleuchtungsmittel keine Anwendung gemacht wird, die deshalb auch nicht hier, sondern in dem Abschnitt »Seife« näher besprochen werden. Es mag höchstens hier die Notiz Platz finden, daß diese Seifen in Wasser ziemlich gut und in heißem Weingeist leicht löslich, dagegen weniger löslich in kaltem Weingeist sind; nur die ölsauren Alkaliseifen lösen sich in Aether. Auch mit alkalischen Erden lassen sich die Glyceride verseifen, namentlich Kalk wird hierzu und zwar nach der gewöhnlichen im Großen ausgeführten Methode, in Verbindung

mit Wasser u. Erwärmung, angewendet. Baryt und Strontian wirken wie Kalk, und Pelouze zeigte, daß diese Basen in ziemlich geringer Menge auch in wasserfreiem Zustande, jedoch nur bei höherer Temperatur, die Fette zu verseifen vermögen. Aehnlich wie die erdmetallischen Oxyde verhalten sich gewisse schwermetallische, z. B. das Bleioxyd. Die Seifen dieser Oxyde sind sämmtlich in Wasser unlöslich. Auch in heißem Weingeist sind sie wenig löslich. In Aether sind sie mit Ausnahme der ölsauren Erd- und Metallseifen unlöslich.

Die Zerlegung der Glyceride in Fettsäuren und Glycerin kann auch nach Fremy's Untersuchungen durch starke Säuren, namentlich concentrirte Schwefelsäure, die jedoch langsam unter Vermeidung von Erwärmung und Bildung von schwefliger Säure zugesetzt werden muß, bewirkt werden. Es bilden sich zwei Schichten, die obere soll gepaarte Verbindungen der Fettsäuren mit Schwefelsäure und eine gepaarte Verbindung von Schwefelsäure und Glycerin, die sogenannte Glycerinschwefelsäure (s. S. 9) enthalten. Die noch sehr wenig untersuchten Fettschwefelsäuren sind sehr unbeständig, sie werden durch Behandeln mit kaltem und warmem Wasser zerlegt in freie Schwefelsäure und Fettsäuren, die auf der wässerigen Lösung der ersteren schwimmen und nach Fremy's einer Wiederholung bedürfenden Versuchen aus verschiedenen Hydraten der Fettsäuren bestehen sollen, die sich in dem Fette fanden, die aber vielleicht nichts anderes sind als die unveränderten, nur von Glycerin getrennten Fettsäuren.

Dies Verhalten hat zu einer Methode der Darstellung verbesserter Beleuchtungsmittel aus geringen Fettsorten Anstoß gegeben, und verdient, wenn auch manches Unaufgeklärte an der Untersuchung hängt, deshalb hier Betonung. Aehnlich verhält es sich mit unserer Kenntniß des nachfolgenden Verhaltens der Fette.

Werden Glyceride erhitzt, so giebt sich derselbe Geruch zu erkennen, der beim Erhitzen des Glycerins entsteht, es bildet sich Acroleïn zum Beweise, daß das Glycerin bei diesem Vorgange zersetzt wird. Wir wissen auf der anderen Seite, daß sowohl Stearinsäure als Palmitinsäure durch vorsichtiges Erhitzen sich unzersetzt überdestilliren lassen, daß aber die Gefahr der Zersetzung immer vorhanden ist. Die Oelsäure kann nach allen Angaben ohne Zersetzung nicht verflüchtigt werden. Es sollen aber nach Versuchen, die früher Scharling anstellte und deren Erfolg nach Wilson ganz im Großen sich bestätigen soll, die Fette sich in einem Strome bis auf etwa 200° C. erhitzten Wasserdampfes ganz anders verhalten, und Glycerin und die unveränderten Fettsäuren überdestilliren, aber beide in freiem Zustande.

Nach Versuchen, die mehr im Kleinen angestellt wurden, ist an diesen Angaben nicht zu zweifeln.

Es ist oben beim Vorkommen der Stearinsäure bemerkt worden, daß die natürlichen Glyceride immer mehrere mit dieser Basis verbundenen Säuren enthalten. Wir wollen die Betrachtung der Glyceride der einzelnen Säuren derjenigen der natürlich vorkommenden Fette voranschicken.

17 **Stearinsaures Glyceryloxyd.** Stearin, Talgstoff, ist der Hauptbestandtheil der Talgarten, findet sich aber auch in Schmalzarten und Oelen. Chevreul hat schon 1813 in seiner denkwürdigen Arbeit über die Fette diesen

Körper aus mehreren Talgarten abzuscheiden gelehrt. Das Meiste, was wir von der Darstellung und den Eigenschaften dieses näheren Bestandtheiles vieler Fette wissen, verdanken wir seiner Untersuchung. Seine Darstellung aus Fetten beruht auf seiner geringern Löslichkeit in Aether, verglichen mit dem ölsauren Glyceryloxyd. Man soll geschmolzenen Hammel- oder Rindertalg mit Aether schütteln, bis die Masse Butterconsistenz angenommen hat, dann den starren Theil von dem flüssigen abpressen, den ersteren wieder in Aether lösen und durch Erkalten herauskrystallisiren lassen. Das Stearin, auf diese Weise gewonnen, stellt weiße, perlmutterglänzende, krystallinische Blättchen dar, die sich ganz trocken anfühlen. Dasselbe läßt sich pulvern, hat weder Geruch noch Geschmack, löst sich in der sechsfachen Menge siedenden Alkohols von 0,79 specif. Gewicht, auch in warmem Aether; aus beiden Lösungen scheidet sich der größte Theil beim Erkalten wieder aus. Sein Schmelzpunkt liegt nach Einigen bei 62° C., nach Anderen zwischen 60 bis 61° C. In den starren Zustand geht derselbe erst beim Abkühlen bis zu mehreren Graden unter die Schmelztemperatur über.

Liebig und Pelouze analysirten das Stearin uud fanden 75,98 bis 76,6 Proc. Kohlenstoff, 12,24 bis 12,37 Wasserstoff und 11,03 bis 11,78 Sauerstoff. Sie nehmen an, es sei (nach der damaligen Formel für Stearinsäure [$C_{68} H_{68} O_5 + 2HO$]) zusammengesetzt aus 2 Aeq. Stearinsäure, 1 Aeq. Glyceryloxyd und 2 Aeq. Wasser. Theils durch Correction der Formel der Stearinsäure, theils durch die wichtige Entdeckung von Berthelot, dem es gelungen, Fette aus den Fettsäuren und Glycerin durch längere Einwirkung in höherer Temperatur herzustellen, ist diese Ansicht jetzt geändert.

Berthelot betrachtet das natürliche Stearin als eine Verbindung von 3 Aeq. Stearinsäure mit 1 Aeq. Glycerin, aus der aber 6 Aeq. Wasser ausgetreten sind. Es wäre also $3 C_{36} H_{36} O_4 + C_6 H_8 O_6 - 6 HO$. Er nennt diese Verbindung Tristearin. Dieselbe wird nach Berthelot dargestellt, indem man sich zuerst Monostearin durch 26stündiges Erhitzen über 200° C. von gleichen Theilen Stearinsäure und Glycerin, die in eine Glasröhre eingeschlossen sind, erzeugt. Es bildet sich hierbei eine oben aufschwimmende Fettschicht, die zuerst mit Aether, dann mit Kalkhydrat versetzt wird, um die noch freigebliebene Stearinsäure zu trennen, welche man dann auf 100° C. erhitzt und mit siedendem Aether behandelt, der das Monostearin aufnimmt und beim Erkalten in kleinen zu Körnern gruppirten Nadeln fallen läßt.

Dieses Monostearin wird mit dem 15- bis 20fachen Gewicht Stearinsäure mehrere Stunden lang auf 270° C. erhitzt, wobei das Tristearin entsteht, dem Berthelot die oben genannte Zusammensetzung zuschreibt.

Das palmitinsaure Glyceryloxyd, Palmitin (Margarin oder margarinsaures Glyceryloxyd). Alle Zweifel, die sich an die Existenz einer besonderen Säure, Margarinsäure (C_{34}) knüpfen, drängen sich begreiflicherweise auch in die Kenntniß der Verbindungen derselben. Unter Margarin verstand man bis auf die Zeit, da Heintz die Meinung begründete, die Margarinsäure sei nur ein Gemisch von Stearinsäure und Palmitinsäure, das feste Glycerid einiger Schmalzarten (Menschenfett z. B.) und der nicht trocknenden Pflanzenöle. Wir haben jetzt 18

anzunehmen, es sei dieser Körper wenigstens theilweise ein Gemisch von stearinsaurem mit palmitinsaurem Glyceryloxyd (Tristearin und Tripalmitin), und dürfen das, was wir von dem zweiten starren Glycerid wissen, unter dem Namen Palmitin abhandeln. Die von Berthelot künstlich dargestellte Verbindung von Glycerin und Palmitinsäure, welche die Zusammensetzung des natürlichen Palmitins haben soll, das Tripalmitin ($3\,C_{32}H_{32}O_4 + C_6H_8O_6 - 6\,HO$), ist ein Körper, der bei 60° C. schmilzt und bei 46° C. erstarrt. Es ist kleinkrystallinisch und in Aether sehr leicht löslich. Die Eigenschaften eines von Maskelyne dargestellten für rein gehaltenen Palmitin weichen von dem genannten etwas ab. Derselbe fand, daß in dem chinesischen Pflanzentalg, dem Fett von *Stillingia sebifera* außer einer flüchtigen Fettsäure nur Oelsäure und Palmitinsäure vorkomme, diese letztere also nicht, wie es fast in allen Pflanzen- und Thierfetten der Fall ist, von anderen festen Fettsäuren, wovon sie sich so schwer trennen läßt, begleitet sei. Er stellte das Palmitin daraus dar durch Behandeln des Pflanzentalgs mit einer Mischung von Alkohol und Aether, Auspressen und wiederholtes Umkrystallisiren des ungelöst Gebliebenen aus dem Gemisch und zuletzt aus Aether. Es soll aus kleinen, perlglänzenden Krystallen bestehen, beim Erwärmen (wie mehrere andere Fette) 2 Schmelzpunkte, nämlich einen vorübergehenden von 50,5° C., haben, dann wieder erstarren und einen dauernden Schmelzpunkt von 66,5° zeigen. Der Erstarrungspunkt liegt bei 49° C. Die Zusammensetzung dieses Palmitins ergiebt nach Maskelyne ein anderes Verhältniß von Säure und Base, als den Ansichten Berthelot's entspricht. Maskelyne giebt die Formel $C_3H_2O.C_{32}H_{31}O_3$. Das wäre einfach palmitinsaures Lipyloxyd. Den Berthelot'schen Formeln mehr angepaßt wäre die folgende: $2\,C_{32}H_{32}O_4 + C_6H_8O_6 - 6\,HO$. Dieser Wassergehalt paßte jedoch immer noch nicht in die Berthelot'sche Anschauungsweise.

19 **Oleïn** (Trioleïn) ist der flüssige Theil der meisten Glyceride, ob diese aus dem Thier- oder Pflanzenreich stammen; unter den letzteren kommt er jedoch nur den nichttrocknenden Oelen zu. Es hat nach Berthelot die Zusammensetzung $3\,C_{36}H_{34}O_4 + C_6H_8O_6 - 6\,HO$. Dasselbe ist flüssig und soll erst bei hohen Kältegraden erstarren. Es scheint dieser Körper aus natürlichen Glyceriden noch nicht in reinem Zustand dargestellt worden zu sein, und sein Erstarrungspunkt von der größeren oder geringeren Qantität beigemengter fester Glyceride abzuhängen. Mit salpetriger Säure oder salpetersaurem Queckſilberoxydul in Berührung liefert es festes elaidinsaures Glyceryloxyd.

Die übrigen natürlich vorkommenden Glyceride, wie Laurin, Coccin, Myristin u. s. w., sind weniger genau bekannt als die obigen, und was von ihnen zu sagen ist, wird bei den einzelnen Fetten erwähnt werden.

A. Feste thierische Fette.

1. Talg oder Unschlitt.

Rindertalg (suif de boeuf, graisse de boeuf suet, tallow) ist die in der 20
Bauchhöhle, im Netz und in der Umgebung der Nieren, namentlich beim gemästeten Hornvieh, reichlich abgelagerte Fettmasse, das Hauptmaterial zur Darstellung der Kerzen. Neben dem Rindertalg kommt in etwas namhafter Menge noch im Handel der Hammeltalg (suif de mouton, graisse de mouton, mutton suet) vor; 21
Hirschtalg und Bocktalg, die hierher gezählt werden müssen, haben geringe Bedeutung als Beleuchtungsmittel, ebenso das Markfett und die in anderen Körpertheilen dieser Thiere abgelagerten Fettmassen. Das Fett der Wiederkäuer zeichnet sich durch größere Härte vor den anderen Fettarten aus, man unterscheidet es deshalb von diesen unter dem besondern Namen Talg. Die genannten Talgarten kommen in allen wesentlichen Eigenschaften ziemlich mit einander überein, der Hammel- und Hirschtalg hat aber in reinem Zustande vor dem Rindertalg den Vorzug größerer Weiße und Härte. (Der Talg der einzelnen Thiergattungen soll um so fester sein, je mehr trockne Nahrung denselben zukommt.) In reinem Zustande sind die Talgarten beinahe geruchlos. Der Hammeltalg aber nimmt, namentlich beim längern Liegen an der Luft, einen eigenthümlichen Geruch an, der nach Chevreul von der Erzeugung einer flüchtigen Fettsäure (die er Hircinsäure nannte, deren Existenz als eine besondere Säure aber zweifelhaft ist) herrühren soll. Der Talg braucht ungefähr 40 Thle. heißen Weingeist von 0,8 specif. Gewicht, um gelöst zu werden, scheidet sich aber beim Erkalten aus der Lösung größtentheils aus. Aether löst ihn leichter. Der geschmolzene Talg erstarrt bei 37 bis 40° C. Der Talg kommt theils roh in den Handel, theils ausgelassen. Selbst Talg, der für weiten Transport bestimmt ist, findet sich im rohen Zustande, so wird russischer, moldauischer und wallachischer Talg zuweilen unausgelassen in rohe Häute verpackt und versandt. Der ausgelassene Talg kommt in sogenannten Böden, scheibenförmig oder in Ziegelform gegossen vor, oder er wird in Fässer gegossen und in diesen versandt, so der russische aus Casan, Astrachan u. s. w. Der Talg ist im Wesentlichen ein Gemisch der drei Glyceride (Tri-) Stearin, Palmitin und Olein.

Talgschmelzen nach der älteren Methode.

Das Auslassen des Talges, d. h. das Ausscheiden desselben aus den 22
Zellen, in welchen sich das Fett im Thierkörper findet, das Befreien von den »Grieben«, geschieht in allen Fällen durch Erwärmung. Die ins Schmelzen gerathenen Fettkügelchen sowie die Feuchtigkeit dehnen sich, letztere theilweise durch Dampfbildung, aus und sprengen die Zellhäute. Diese schrumpfen durch die Erhitzung zusammen, wodurch ebenfalls das Auslaufen des flüssigen Fettes be-

günstigt wird. Man hat verschiedene Verfahrensarten, um das Fett von den Grieben zu trennen; entweder wird der Rohtalg nur gröblich zerschnitten der Wärme ausgesetzt, und der Wirkung der letzteren allein überlassen, die häutigen Umhüllungen zu öffnen, oder man arbeitet dem Einfluß der Wärme vor, sei es durch mechanische oder chemische Hülfsmittel, deren Zweck das Zerstören der Hauttheile ist. Das erstere Verfahren ist das ältere, welches jetzt noch vielfach, namentlich in kleinen Geschäften, in Anwendung ist; die Kerzenmacher und Seifensieder nennen es das »trockne Schmelzen«. Als entschiedener Vortheil desselben ist zu rühmen die Brauchbarkeit der Grieben als Viehfutter, die Oekonomie an Brennmaterial und die Einfachheit sowohl der Einrichtungen als der Arbeit. Unter die Schattenseiten des Verfahrens ist vor Allem zu zählen der üble Geruch, der sich bei dem Erhitzen des Rohtalgs ergiebt, welcher übrigens, wenn nicht zu alter Talg verarbeitet wird, keineswegs sehr lästig ist; ein anderer Nachtheil ist die etwas geringere Ausbeute an Fett, da leichter etwas von demselben in den Grieben zurückgehalten wird.

Die erste Sorgfalt des Talgverarbeiters sollte sein, bei seinen Lieferanten auf sorgfältigere Behandlung des Rohtalges zu dringen, als es gewöhnlich von den Schlächtern geschieht. Das Fett sollte möglichst vollständig von Haut und Sehnentheilen befreit in dünne Stücke zerschnitten und an einem kühlen Orte aufgehängt und nicht noch warm in größere Haufen aufgeschichtet werden. Das Auftreten des üblen Geruchs, den es schon vor dem Schmelzen annimmt und der beim Schmelzen in unerträglichem Maße auftritt, kann auf die genannte Art wenigstens mehrere Tage lang zurückgehalten werden.

Das Fett wird zuerst zerhackt. Man hat hierzu häufig Schneidemaschinen, ähnlich den Strohschneidestühlen, eingerichtet; in kleinen Geschäften aber bedient man sich am häufigsten dünner Beile mit geradliniger Schneide mit $2^1/_2$ Fuß langem Stiel zum Anfassen mit beiden Händen und zerhackt das auf einem Büchenholzblock ausgebreitete Fett nach allen Richtungen in kleine Stücke. Auch dient eine Art Stampftrog mit einem Stößel, der eine scharfe Sförmige Schneide hat, eine Einrichtung, wie sie zum Zerschneiden der Rüben für Viehfütterung vielfach dient.

Das zerschnittene Fett wird in den Kessel gegeben, der, in der Regel auf freiem Feuer stehend, ein Cylinder und von Kupfer ist und einen flachen Boden hat. Zuweilen giebt man einige Procent vom Gewicht des Fettes Wasser zu, was namentlich dann zweckmäßig ist, wenn das Fett im Sommer längere Zeit trocken gelegen und von seiner natürlichen Feuchtigkeit durch Verdunstung verloren hat. Unter allmäligem Steigen der Temperatur im Kessel fließt das Fett aus den Zellen und man läßt es einige Zeit (1 bis $1^1/_2$ Stunden lang) kochen (d. h. das Wasser desselben nimmt Dampfgestalt an und entweicht). Die Mengung von Wasser und Fettbläschen giebt der Flüssigkeit ein milchiges Ansehen, sobald aber die größte Menge des Wassers verdampft ist, erscheint das Fett klar. Während der ganzen Zeit des Schmelzens und Kochens hat der Arbeiter mit einem etwa 2 Fuß über den Kessel herausragenden Rührscheit, das er an dem oben zu diesem Behufe etwas mit Eisen armirten Kesselrand anlegt und gegen sich zieht, Fett und Grieben in immerwährender Bewegung zu erhalten, damit nichts am heißen Rand und

Boden des Kessels anbrenne. Um das geschmolzene Fett von den Grieben zu trennen, hängt der Arbeiter ein starkes Kupfersieb in den Kessel und drückt mit dessen Boden die Grieben nieder, während das Fett durch die kleinen Sieblöcher eindringt. Mit einer Schöpfkelle hebt er das Fett aus diesem heraus und gießt es auf einen neben dem Schmelzkessel stehenden zweiten Kessel, über welchen ein leinenes Colirtuch gespannt ist.

So wird fortgefahren, so lange die Grieben noch etwas abgeben. Die Heizung wird während der ganzen Zeit in mäßigem Verhältniß fortgesetzt, bis die Grieben etwas hart geworden sind. Dann werden sie in einen Preßsack gegeben und unter einer starken Presse möglichst langsam ausgepreßt. Enthalten sie noch Feuchtigkeit und sind sie aus diesem Grunde noch zäh, so zersprengen sie leicht die Preßsäcke. Das Fett, welches von den Grieben abgepreßt ist, läßt sich, wenn das Pressen sorgfältig geschah, ohne Nachtheil mit dem freiwillig ausgeflossenen vereinigen, häufig wird es, weil es etwas gelblich von Farbe ist, als Fett zweiter Qualität abgesondert.

Läutern. Durch das bloße Ausschmelzen und Coliren wird das Fett nicht 23
ganz frei von Beimengungen feiner ungelöster Substanzen; um diese zu beseitigen, wird »geläutert«. Dasselbe geschieht mit dem ausgeschmolzenen Talg des Handels. Es besteht dies in einem Umschmelzen mit Wasser, sei es auf freiem Feuer oder durch einen in den Schmelzkessel geleiteten Dampfstrom. Man setzt dem Fett etwa 5 Gewichtsprocent Wasser zu und rührt es damit kräftig durcheinander, bis die Mischung emulsionartig erscheint. Man läßt dann, ohne zu erwärmen, stehen, bis sich das Wasser abgesetzt hat, und zapft oder schöpft das klare Fett ab; zuweilen fügt man dem hellen Fette ganz wenig einer blauen Farbe hinzu, um den gelben Farbenton zu decken, den das Fett gewöhnlich hat. Die Farbe besteht aus wenig Indigo, der mit etwas Oel fein gerieben wird. Einige Tropfen hiervon reichen für große Fettmassen hin. Der Prozeß des Läuterns wird zuweilen zweimal nach einander vorgenommen. Auf der Grenze zwischen Wasser und Fett setzt sich ein grauer, schleimiger Körper ab, und die Flüssigkeit selbst ist trübe. Anstatt bloßen Wassers nehmen einige Talgschmelzer Lösungen von Kochsalz, Alaun, Salpeter, Salmiak oder anderen Salzen, über deren Wirkung nichts weiter zu sagen ist, als das sie einen größeren Unterschied der specifischen Gewichte von Fett und Läuterungsflüssigkeit, daher ein rascheres Absetzen der letzteren bewirken.

Die Ausbeute an ausgelassenem Talg hängt von der Art und Qualität des Rohtalgs ab. Das die Nieren umgebende Fett liefert die reichlichste Ausbeute; von solchem ganz frischem (feuchtem) Fett lassen sich 85 Proc. reiner Talg gewinnen, mehr häutige Fettpartien geben oft nur 75 Proc. Die Grieben betragen bei gut geleitetem Trockenschmelzen und Anwendung einer recht wirksamen Presse etwa 4 Procent.

Dieselben sind, wenn frisches Fett richtig behandelt worden, fast geruchlos und hart, gehen aber in heißem Wasser stark auf. Sie enthalten außer der Thierfaser und Blutheilen immer etwas Fett, auch sind Spuren von Holz (von den Schneideklötzen her) darin zu endecken. Der Fettgehalt von solchen Grieben,

die aus sehr sorgfältiger Schmelzung und Pressung hervorgegangen waren, betrug 10 Procent.

Verbesserte Methoden des Talgschmelzens.

24 Die Klagen der Nachbarn von Kerzenfabriken und Seifensiedereien haben eine Reihe von Mitteln zum geruchlosen Ausschmelzen des Talges hervorgerufen. Zum Theil sind aus diesem Uebelstande ganze Reformen des Schmelzprozesses, wie schon angedeutet worden, hervorgegangen; was von den gemachten Vorschlägen für eine beim einfachen Trockenschmelzen stehen bleibende Werkstätte brauchbar ist, läßt sich sehr kurz zusammenfassen. Ohne Zweifel würde eine schon im Jahr 1834 von d'Arcet empfohlene in Paris von Gesundheitspolizei wegen eingeführte Einrichtung auch anderwärts Eingang gefunden haben, stände sie nicht in einem gewissen Widerspruch mit der ungehinderten Thätigkeit des Arbeiters und einer leichten Beaufsichtigung des Schmelzprozesses. Es ist indessen in neuester Zeit der Blick von Praktikern (Grodhaus und Fink) auf ganz ähnliche Mittel der Abhülfe gelenkt worden, so daß die Idee von d'Arcet, die in manch anderen Gewerben noch Vortheil gewähren kann, hier mit Recht etwas näher besprochen wird.

Fig. 2 ist die Vorderansicht des Heerdes von der Feuerthürseite mit Andeutung einiger Details, die in einen verticalen Durchschnitt fallen. Fig. 3 ein auf Fig. 2 senkrechter Durchschnitt durch die Mitte des Kessels der Feuerung und des

Fig. 2.

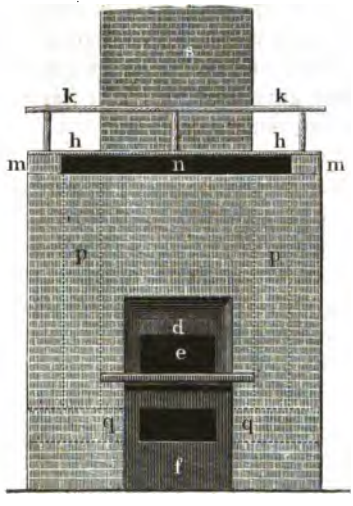
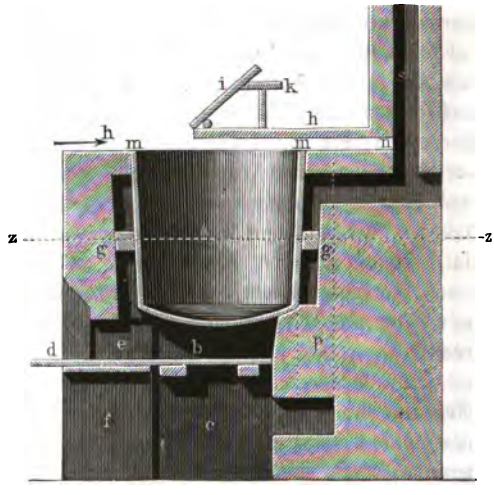


Fig. 3.

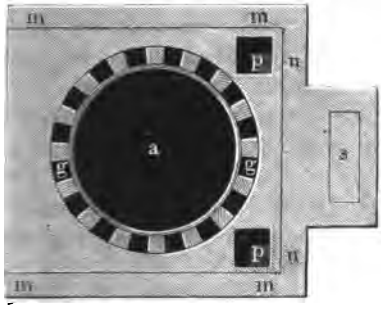


Rauchfangs; Fig. 4 ein horizontaler Durchschnitt nach der Linie z — z Fig. 3.

Das Wesentlichste des Vorschlages ist ein auf dem Mauerrand $m\,m$ ruhender Deckel h von starkem Eisenblech, dessen vorderes Drittel mittelst eines Charniers aufgeschlagen werden kann; auch wenn dieser aufklappende Theil niedergelassen ist, bleibt vorn eine der Höhe des Mauerrandes entsprechende Oeffnung. Mit dem

hinteren Rand stößt derselbe genau an die Kaminwand an, so daß in der Richtung des Pfeils ein Luftzug durch *n* nach *s* in den heißen Rauchfang stattfinden muß. Diese Construction ist die einfachere. Es ist aber in unserer Zeichnung zugleich ein noch gründlicher abhelfendes Mittel angedeutet, daß nämlich der Luftzug unter dem Deckel *k*, der die Dämpfe fortführen soll, nicht direct durch *n* nach *s* gelangt, sondern durch die Canäle *p* niederwärts gelenkt und durch *q* nach *c* unter den Rost und in den Feuerraum *f* geführt wird. In diesem Falle ist natürlich der Durchgang bei *n* geschlossen und *f*, die Thür des Aschenfalls, muß ebenfalls dicht geschlossen gehalten werden; *gg* ist ein Kranz von gebrannten Steinen in der halben Höhe des Kessels, viele Oeffnungen lassend, deren Gesammtquerschnitt dem der Canäle *pp* und *qq* wenigstens gleich sein muß. Es ist leicht zu begreifen, daß die Arbeit des Umrührens von Fett und Grieben, sowie des Ein- und Ausschöpfens nicht so unbehindert vor sich gehen kann, als bei ganz offenem Kessel und daß, wenn durch sorgfältiges Umrühren das Anbrennen an den Kesselwänden und Boden verhütet werden soll, die Klappe *i* häufig aufgeschlagen werden muß, wodurch natürlicherweise ein Theil der Dämpfe aus dem Kessel sich doch in dem Local verbreitet. Deshalb möchte eine Rührvorrichtung, ähnlich wie man sie bei den Maischblasen der Branntweinbrennereien hat, eine Axe mitten in dem Kessel stehend, unten mit Schaufeln, oben mit Kurbel versehen, dem Zwecke noch vollkommener entsprechen. Auf eine solche Vorrichtung zielen auch neuere Vorschläge.

Fig. 4.



Wenn die Zellen vor dem Erwärmen möglichst zerstört worden sind, so bedarf es einer ziemlich geringen Temperatur, um das Fett auszuschmelzen. Während die Kochhitze des Wassers nicht hinreicht, alles Fett aus den Grieben herauszudrängen, lassen sich Fett und Hauttheile leicht bei 100° C. trennen, wenn die Zellen durch mechanische Gewalt vorher zerrissen und geöffnet werden.

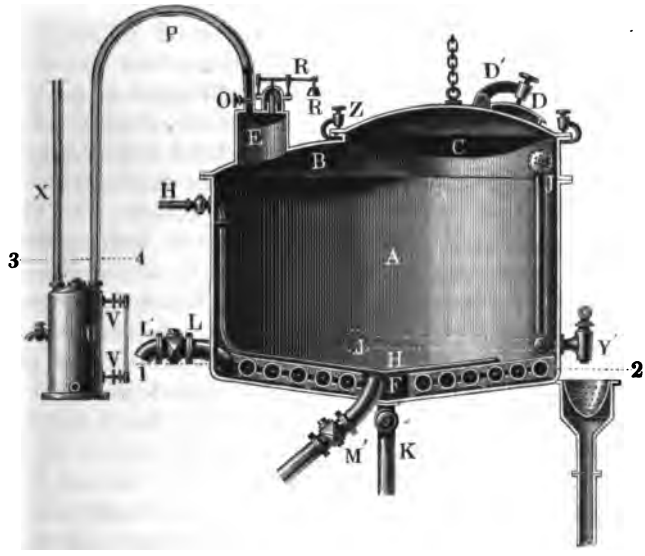
Es sind verschiedene mechanische Vorrichtungen vorgeschlagen, um dies zu bewirken, man hat aber überall gefunden, daß ihre Anschaffungskosten nicht im Verhältniß zum Nutzen, den sie bieten, stehen. Es scheint der gewünschte Effect vollständiger durch Zerreiben als durch Zerschneiden oder Zerhacken erreicht zu werden; während die einen Apparate mehr in die Kategorie der Schneidladen zu stellen sind, hat man dazu auch Mühlen mit sehr rauhen Läufern empfohlen, unter deren Action leichter alle einzelnen Zellen getroffen werden, als von den bewegten Klingen. Wenn anstatt freien Feuers, Wasserbäder oder Dampfheizvorrichtungen zum Ausschmelzen des Talges angewandt werden können und somit die Gefahr des Anbrennens beseitigt ist, so wird natürlicherweise auch das Umrühren während des Schmelzens ohne irgend einen Nachtheil erspart und die Schmelzgefäße können bedeckt und mit Abzugsröhren versehen werden. Es ist also für Beseitigung der übelriechenden Dämpfe hierbei viel leichter zu sorgen. Dieselben Vortheile sichert

man ſich durch gewiſſe chemiſche Mittel, die zum Theil die weitere Annehmlichkeit bringen, daß ſie die Riechſtoffe zum Theil binden oder zerſtören. Es werden in dieſem Sinne und zwar ſchon ſeit langer Zeit angewandt Mineralſäuren und namentlich verdünnte Schwefelſäure. Die meiſte Anwendung finden die Vorſchläge von d'Arcet. Man bringt nach ihm zuerſt in den Keſſel 50 Gewichtstheile der ſchon einmal gebrauchten; verdünnten Säure, dann in vier gleichen Portionen allmälig 1000 Gewichtstheile des zerhackten Fettes und zuletzt 150 Thle. Waſſer, die vorher mit 5 Gewichtstheilen Schwefelſäure von 66° B. verſetzt worden. Nun wird die ganze Maſſe erhitzt. Unter dem Einfluß der Säure, welche die Membranen theils zerſetzt, theils löſt, iſt die Ausſchmelzung auch größerer Partien von Talg in $1^1/_4$ bis höchſtens $2^1/_2$ Stunden beendigt. d'Arcet ſchlug anfänglich den Zuſatz der Säure auch für Schmelzung auf freiem Feuer vor, es iſt aber aus verſchiedenen Gründen namentlich in größeren Etabliſſements jetzt anſtatt freien Feuers Dampfheizung im Gebrauche.

Beſonders die Apparate von de Changy haben in größeren Talgſchmelzereien Eingang gefunden. Es ſind verſchließbare Kufen, deren eine beliebige Zahl durch Röhren mit einem größeren Dampfkeſſel in Verbindung ſtehen. Man hat es hier zweckmäßig gefunden, Dämpfe von etwas höherer Temperatur als der der Kochhitze einſtrömen zu laſſen, weil das Ausſchmelzen dadurch beſchleunigt wird. Man erzeugt deshalb Dämpfe von 105 bis 110° C., ja es wird empfohlen, ſolche, die eine Spannkraft von zwei Atmoſphären, d. h. eine Temperatur von 121° C. haben, einſtrömen zu laſſen. Gewöhnlich läßt man in neuerer Zeit in deutſchen Werkſtätten den Dampf direct in die Flüſſigkeit eintreten, wodurch Condenſationsvorrichtungen, wie ſie früher vorkamen, entbehrlich werden. In vielen franzöſiſchen Kerzenfabriken haben jedoch die metallenen Schmelzkeſſel entweder Mäntel, in welche die Dämpfe geleitet werden, oder es liegen in denſelben Spiralröhren, durch welche die Heizung mittelſt Dampfs bewirkt wird. Eine der vollkommenſten Einrichtungen letzterer Art möchte der patentirte Apparat von Fouché ſein. Derſelbe iſt in Fig. 5 im ſenkrechten Durchſchnitt durch die Mitte des Keſſels, Fig. 6 im Querſchnitt nach der Linie 1 — 2 (in Fig. 5) und in Fig. 7 im Querſchnitt nach der Linie 3 — 4 (in Fig. 5) abgebildet. Der Keſſel *A* hat eine kupferne Kuppel *B*, die durch Vernietung auf demſelben befeſtigt iſt. An dieſer Kuppel iſt eine Oeffnung *C* zum Eintragen des Fettes angebracht, die ebenfalls mit einem Deckel verſehen iſt, der mittelſt einer über eine Rolle geſchlagenen Kette gehoben werden kann, und deſſen Rand mit Klemmſchrauben auf dem Keſſel befeſtigt iſt. Dieſer Deckel hat ein Schauloch, das mit einer an einem Hebel *D* befeſtigten Klappe verſchloſſen werden kann. *E* iſt ein Aufſatz auf der Kuppel, an dem ein Abzugsrohr für Dämpfe, *P* ein Sicherheitsventil mit dem Gegengewicht *R* und ein äußeres Ventil, beim Luftleerwerden des Keſſels wirkend, nebſt einer Thermometerhülſe angebracht ſind. Die durch *P* (das mittelſt des Hahns *O* geöffnet worden) entweichenden Dämpfe treten nach *U* über, um dort zum Theil verdichtet zu werden oder, wenn nicht verdichtet, durch *X* zu entweichen. *F* iſt ein Schlangenrohr, das, auf dem Kamme *G* befeſtigt, auf dem Boden des Keſſels liegt. Es wird durch *L' L* Dampf aus einem Dampfkeſſel in daſſelbe eingeführt und durch *M'* tritt derſelbe wieder aus und zwar in denſelben Dampfkeſſel zurück. *H H*

iſt eine enge Röhre, die in den Keſſel *A* mündet, auch durch ſie ſtrömt Dampf ein und zwar hauptſächlich zu dem Zwecke, daß die Flüſſigkeit in *A* in einiger Bewegung

Fig. 5.



erhalten werde. *J* iſt ein Rohr, das an ſeinem oberen Ende ein Sieb hat und unten mit einem beweglichen

Fig. 6.

Fig. 7.

Knie verſehen iſt, mittelſt deſſen es an den Hahn *Y'* befeſtigt iſt.

Soll der Keſſel entleert werden, ſo wird das Rohr *J* allmälig geſenkt, bis deſſen oberer mit Sieb verſehener Theil auf die Rückſtände niedergebogen iſt. Das ausgelaufene Fett wird außerhalb des Keſſels noch durch ein feines Sieb, das wie ein Filter wirkt laufen gelaſſen. In dieſen Apparat ſollen 1000 Pfd. Fett mit 80 Pfd. Waſſer zuerſt gebracht, dann $2^4/_{10}$ Pfd. 66grädige Schwefelſäure, die mit 16 Pfd. Waſſer vorher gemiſcht worden, eingetragen werden, der Dampf, welchen man aus dem Generator in das Schlangenrohr einſtrömen läßt, ſoll eine Spannung von 3 Atmoſphären d. h. eine Temperatur von 135° C. haben. In dem Keſſel *A* bedarf es keiner höhern Spannung als $1^1/_2$ Atmoſphären, auf welche auch die Belaſtung des Sicherheitsventiles ein-

gestellt wird. Die Dämpfe, die sich in den Fettkufen bilden, läßt man durch die Röhren, welche auf die Kufendeckel aufgesetzt sind (in dem Apparate von Fouché durch *x*) in die Esse des Dampfkesselheerdes eintreten, so daß alle übeln Gerüche, die durch Einwirkung der Schwefelsäure wohl vermindert, aber keineswegs beseitigt werden, aus den Arbeitsräumen abgeführt werden.

Ein Vorschlag von Stein, auf die Kesselöffnung einen etwa 3 bis 4 Zoll breiten Siebkranz dampfdicht schließend und mit Packleinwand an der Stelle eines Siebbodens überspannt aufzusetzen und auf demselben einige Lagen haselnußgroßer Stücke von gebranntem Kalk und frisch geglühten Holzkohlen auszubreiten, durch welche die Dämpfe streichen müssen, soll in Bezug auf den Effect ganz vollständig befriedigen, man scheut aber die Arbeit des Herrichtens der Materialien, und das jedesmalige Füllen bei jeder Schmelzung und die Kosten der Einrichtung.

Wegen der Vermehrung der Flüssigkeit durch Condensationswasser ist es bei Anwendung solcher Apparate zweckmäßig, die im Anfang der Operation zugesetzte Menge der Schwefelsäure etwas zu vergrößern. Lefebure behandelt den Rohtalg, bevor er in den Schmelzkessel kommt, mit Säure, und zwar gießt er auf 100 Pfd. Rohtalg 30 Pfd. Wasser, dem 1 Pfd. Schwefelsäure oder ebensoviel Salpetersäure zugesetzt worden, läßt die Flüssigkeit über dem Fett 3 bis 4 Tage stehen und schmilzt den Talg alsdann unter Wasserzusatz (25 bis 30 Proc.) aus. Das Läuterungsverfahren für den nach der d'Arcet'schen wie nach Lefebure's Methode ausgeschmolzenen Talg, ist dasselbe wie beim Trockenschmelzen.

Es wird behauptet, daß Kerzen, deren Talg durch nasses Schmelzen unter Zusatz von Säuren gewonnen worden, leicht ablaufen, was von unvollkommener Entfernung der Säure herrühren soll, möglicherweise aber auch von Beimengungen herrührt, die aus der Einwirkung der Säure auf die thierische Membran hervorgegangen und frei im Fette vertheilt sind. Abweichend von diesen Methoden ist diejenige, die sich der französische Civilingenieur Evrard patentiren ließ. Nach seinem Vorschlage werden auf je 800 Pfd. Rohtalg 800 Pfd. einer verdünnten Natronätzlauge aufgegossen. Die Lauge soll nur einen Natrongehalt von 1 bis 1,5 Proc. haben. Die Gefäße, worin die Schmelzung geschehen soll, sind von Eisenblech oder Zink. Die von Evrard gebrauchten Kessel sind cylindrisch, haben einen Durchmesser von etwa 33 Zoll auf 42 Zoll Höhe, fassen nahezu 20 Ctnr. Wasser und haben etwa 5 Zoll über dem eigentlichen Boden einen Siebboden mit Löchern von ungefähr einer Linie Weite. In den Zwischenraum zwischen den beiden Boden wird Dampf geleitet. Nachdem der Rohtalg und die Lauge in das Gefäß gebracht sind, wird ein zweiter, etwas schwerer Siebboden auf das Fett gelegt, der im Verhältniß, als dieses schmilzt, sich dem unteren festen Siebboden nähert, und immerwährend einigen Druck auf die Grieben ausübt. Die Masse geräth durch den eingeleiteten Dampf ins Kochen und wird einige Zeit darin erhalten. Nach etwa drei Stunden wird die Lauge abgezapft und durch Wasser ersetzt, dies wieder ins Kochen gebracht und nun ruhig stehen gelassen. Das flüssige Fett wird, nachdem es sich von den aufgequollenen Membrantheilen, die in dem unteren Kesselraum sich absetzten, als klare Schicht getrennt hat, abgeschöpft, und durch Wollsäcke filtrirt. Die filtrirte Fettflüssigkeit wird in Kupfergefäßen längere Zeit ruhig stehen gelassen, und diese durch äußere Erwärmung mittelst eines

Wasserbades auf einer Temperatur erhalten, in der das Fett nicht erstarren kann. Dadurch wird den festen Membrantheilchen und anderen Unreinigkeiten Gelegenheit gegeben, sich am Boden abzusetzen. Es wird von den verschiedensten Berichterstattern dem Evrard'schen Verfahren das Zeugniß gegeben, daß es, verglichen mit allen anderen, die Geruchsnerven am wenigsten belästige. Bei sehr schlechten Fettsorten fand Stein den Geruch sehr widerlich. Das Evrard'sche Verfahren hat ferner, nach Stein's Beobachtungen, die üble Seite an sich, daß die kochende Masse ziemlich stark aufschäumen soll, und daß bei gewissen, namentlich alten, theilweise schon in Fäulniß übergegangenen Fetten die Lauge sich sehr mangelhaft von der Fettschicht absondert.

Ausbeute beim Talgschmelzen. Ueber die Verhältnisse der Ausbeute 25
beim »nassen Schmelzen« liegen ebenfalls nicht ungünstige Berichte vor; wir stellen diese mit den Ergebnissen anderer Ausschmelzverfahren zusammen. Nach Payen liefert das Trockenschmelzen 80 bis 82 Procent ausgelassenes Fett (vergl. oben Seite 17), das nasse Schmelzen nach d'Arcet aber 83 bis 85 Procent.

Nach Gaultier de Glaubry liefert das Trockenschmelzen 81,3 Procent, die d'Arcet'sche Methode mit Dampf 85 bis 86 Proc., die d'Arcet'sche Methode auf freiem Feuer 81,2 bis 84,2 Proc. Faißt erhielt bei der Methode von Lefebure, wenn er Schwefelsäure anwandte, 92, bei Anwendung von Salpetersäure 91,5 Proc.

Derselbe fand, daß das Evrard'sche Verfahren 88 Proc. weißes und fast geruchloses Fett lieferte, und daß aus der Lauge noch weitere 8 Procent sich abscheiden ließen.

2. Schmalzarten.

Das Schweinefett (sain-doux, graisse de porc, axonge; hog fat) ist 26
theils die unter der Haut der gemästeten Thiere vorkommende Fettlage, der Speck, theils das in der Bauchhöhle, in dem Netz, an den Nieren ꝛc. abgelagerte Fett. Während ersteres im frischen oder geräucherten Zustande beinahe ausschließlich als Nahrungsmittel gebraucht wird, wird das letztere vielfach zu anderen Zwecken verwendet und bildet, wenn es von den Grieben ausgelassen, als Schmalz einen nicht unwichtigen Handelsartikel. Es dient zu Salben, Pommaden (axungia porci), zum Einschmieren von Lederwerk, und findet auch, obwohl in sehr untergeordnetem Verhältniß, Verwendung als Beleuchtungsmittel, entweder an und für sich oder durch Destillation, wodurch die Fettsäuren daraus geschieden und dadurch ein härteres Kerzenmaterial gewonnen wird. Es ist weiß, hat Butterconsistenz, greift sich schlüpfrig an, hat einigen Geruch im geschmolzenen Zustande, erstarrt ist es aber fast geruchlos, wird beim längeren Aufbewahren ranzig und kann zu Seifen gebraucht werden. Es besteht aus 62 Proc. flüssigem Fett, ölsaurem Glyceryloxyd, und 38 Proc. festem Fett, welches zum größern Theil palmitinsaures Glyceryloxyd ist. Im Handel kommt jetzt sehr viel amerikanisches Schweineschmalz vor; dasselbe ist häufig beträchtlich verfälscht gefunden worden, theils mit Stärkemehl, das bis zu 20 Proc. darin vorgekommen sein soll, oder

mit einem Pflanzenſchleim und viel Waſſer, theils mit 1 Proc. K
3 Proc. Alaun und 10 bis 12 Proc. Waſſer. Die erſteren Sub
wohl nur deswegen dazu, damit das Waſſer ſich vom Fett nicht
Die übrigen Schmalzarten, Gänſefett, Haſenfett, Butter, haben i
tungsweſen durchaus keine Rolle, kommen aber in ihren phyſikaliſ
ſchen Eigenſchaften dem Schweinefett ziemlich nahe.

3. Wallrath.

(Cetaceum, sperma ceti; blanc de baleine, sperm oil, w

27 Im Kopfe mehrerer Wallthiere, namentlich des Pottfiſches oder
seter macrocephalus), und einiger Delphinarten findet ſich in
eine flüſſige Fettmaſſe, die nach dem Tode des Thiers bald ein
einer weißen, feſten, talgartigen Subſtanz abſetzt. Das flüſſige F
rathöl und die daraus ſich ausſcheidende feſte Maſſe Wallrath.
denſelben durch Auspreſſen und reinigt ihn durch wiederholtes Ko
cher Kalilauge von 15° B., von welcher 6 Maßtheile auf 40 T
gen Wallrath kommen, welche die ölartige Materie wegnimmt,
Fett anzugreifen, Abnehmen der obenaufſchwimmenden Seife und
Umſchmelzen in Waſſer. Ein großer Cachelot ſoll gegen 20 To
liefern können. Der Wallrath des Handels ſtellt eine weiße, fett
fühlende, ſpröde, perlmutterglänzende, ſchuppig kryſtalliniſch-blättr
die ein ſpecif. Gew. von 0,940 hat und bei 44 bis 45° C. ſchm
enthält häufig noch etwas Wallrathöl, das ihm durch kalten Wei
werden kann. Der Wallrath beſteht der Hauptſache nach aus n
Fettſäuren, die mit der Fettbaſis, Cetyloxyd (ſ. oben), verbunden ſi
nig Glycerin hat man aus demſelben ausſcheiden können. Die Säuren, welche
darin vorkommen, ſind nach Heintz, der dieſen Körper, wie andere Fettſubſtanzen,
zum Gegenſtand genauer Unterſuchung gemacht hat, 1. Stearinſäure, 2. Pal-
mitinſäure, 3. Myriſtinſäure und 4. Lauroſtearinſäure.

Derſelbe dient namentlich in England zu Luxuskerzen.

4. Bienenwachs.

(Cire des abeilles; Beeswax.)

28 Dieſe allgemein genug bekannte, mit den Fetten manche Eigenſchaft theilende,
in vielen Beziehungen aber auch davon verſchiedene Subſtanz iſt das Product,
welches die Arbeitsbienen aus einem eigenen, an beiden Seiten ihres Hinterleibes
befindlichen Organe in dünnen Schüppchen abſcheiden. Auch die mit Zucker oder
reinem Honig genährten Bienen liefern Wachs; dieſer Körper iſt alſo nicht etwa
eine auf Pflanzen geſammelte, wachsartige und durch den Körper der Biene hin-
durchgegangene Subſtanz. Das Gewinnen des Wachſes iſt ſehr einfach. Nach
dem Tödten oder Austreiben der Bienen aus dem Bienenſtocke werden die Waben
in Stücken herausgenommen. Der aus denſelben ohne Weiteres ausfließende
Honig heißt Jungfernhonig und gilt, weil er ſehr rein iſt, für die beſte Honig-
ſorte. Der Reſt des Honigs wird durch Auspreſſen der in einen Leinenſack ge-

[illegible]. Im südlichen Rußland soll das Trennen von Wachs [illegible]theilen dadurch geschehen, daß man die ausgelaufenen Wa- [illegible] einem schweren Steine in ein Tuch einschlägt und dieses in ein [illegible]sser, das man zum Kochen erhitzt, einlegt. Das ausgeschmolzene [illegible] sich auf die Oberfläche, wo es erstarrt. Der Honig bleibt in der [illegible]st, welche alsdann zu Meth verbraucht werden kann. Das durch [illegible] Honig befreite Wachs wird mit Wasser umgeschmolzen. An der [illegible] dem letzteren und dem Wachs scheiden sich Unreinigkeiten aus, [illegible]ne Masse gießt man dann in flache Näpfe und läßt sie darin erkal- [illegible]ste Schicht, welche die fremden Körper enthält, wird mit einem Mes- [illegible]t.

[illegible]achs stellt eine mehr oder minder gelbgefärbte, selten rothe oder [illegible]atisch, honigartig riechende, bei mittlerer Temperatur knetbare, erst [illegible]kühlung spröde werdende Masse dar, die bei etwa 61° C. schmilzt [illegible]isches Gewicht von 0,965 hat. Man unterscheidet von dem unge- [illegible]s das sogenannte Windwachs, das sind ungefüllte Waben, Jung- [illegible] von jungen Bienen, viel heller von Farbe, als das gewöhnliche rohe [illegible] gewöhnlich sattgelb, ja oft, je nach dem Productionsorte, bräunlich [illegible]chs heißt solches, das von Bienen kommt, die in der Nähe von Na- [illegible]ngen leben; es enthält harzige Bestandtheile, die ihm einen eigen- [illegible]eruch und die Eigenschaft, sich nicht leicht bleichen zu lassen, sowie [illegible]zen an den Kesselwänden sich anzuhängen, ertheilen.

[illegible] alle Wachssorten lassen sich gleich gut bleichen; man will beobachtet [illegible]es aus Weinbau treibenden Gegenden sei schwerer an der Sonne zu [illegible]s anderes.

Ueber die Eigenschaft der Bleichbarkeit liefert das Aussehen des Wachses keinen Anhaltspunkt, man muß vielmehr mit einem dünnen Wachsstücke eine Probe machen.

Zum **Bleichen** des Wachses haben bis jetzt wenig künstliche Mittel Ein- 29
gang gefunden. Es ist vielmehr die Naturbleiche, durch welche die bei weitem größte Menge gebleicht wird. Diese Methode ist ziemlich zeitraubend und mit mancherlei Verlust verbunden. Das Wachs wird zuerst geläutert, d. h. in einem verzinnten Kupferkessel, in welchem man zuerst eine Portion Wasser zum Kochen gebracht hat, umgeschmolzen.

Man setzt an manchen Orten, jedoch keineswegs allgemein, 1/4 Proc. Weinstein oder Alaun zu dem Wasser (in England statt dieser Salze etwas stark verdünnte Schwefelsäure) und rührt das Wachs und das Wasser, oder die Salzlösung, mit Rührscheiten kräftig durch, und zapft entweder die noch warme, klare Wachsschicht ab, oder man läßt sie über dem Wasser erstarren. Das von Unreinigkeiten befreite, wieder geschmolzene Wachs wird nun in einen Blechkasten gegossen, der an einer seiner Seiten, zunächst dem Boden, spaltförmige Oeffnungen hat, durch welche das Wachs in breiten, dünnen, bandartigen Strahlen ausfließt. Unter diesen Oeffnungen steht ein mit kaltem Wasser gefüllter Holzkasten, in welchem eine hölzerne, horizontale Walze hängt, die mit der unteren Hälfte unter-

taucht und um ihre Axe gedreht wird. Das flüssige Wachs läuft auf den oberen Theil der Holzwalze, kühlt sich rasch ab, erstarrt, blättert sich los und fällt in den Wasserkasten. Die so gebildeten dünnen Streifen werden nun auf den Bleichplan gebracht. Caß-grand erfand ein Verfahren, nach welchem der sehr langwierige Prozeß des Bleichens durch Luft und Licht zwar nicht umgangen, aber wesentlich abgekürzt werden soll. Er schmilzt das Wachs mittelst Dampf und läßt es mit Dampf in dünnen Strahlen durch lange Röhren fließen, damit es darin dem Dampfe eine möglichst große Oberfläche darbiete. Ist das geschehen, so wird es in einer durch einen Dampfmantel heizbaren Kufe mit Wasser behandelt, einige Minuten ruhig gelassen, wenn es Unreinigkeiten abgesetzt hat aufs Neue durch die Röhre mit Dampf getrieben und zum zweitenmale gewaschen, und wenn es die Wachssorte erfordert, so ein drittes Mal verfahren. Das Wachs nehme bei diesem Prozeß Wasser auf (wohl nur mechanisch) und zeige sich viel leichter bleichbar. Die Einrichtung einer Wachsbleiche ist gewöhnlich die: Es werden Pfähle in den Boden geschlagen und in einer Entfernung von etwa 2 Fuß über denselben grobe Leinwandtücher aufgespannt, oder tischartige Gerüste aus Brettern mit niederem Rand umgeben, aufgeschlagen, auf welche man das gebänderte Wachs in dünnen Schichten ausbreitet. Der hierfür zu wählende Platz soll möglichst sonnenreich, aber gegen die herrschenden Winde geschützt sein. Um das Verwehen von kleinen Stücken Wachs zu verhindern, werden weitmaschige Netze über die Tuch- oder Holzflächen gespannt, auf welchen das Wachs liegt. Die Wachsstreifen werden täglich gewendet, um neue Flächen der Einwirkung des Sonnenlichts zu bieten, und wenn sie nicht durch Thau und Regen genugsam befeuchtet werden, begießt man sie mit weichem Wasser. Zeigt es sich, daß die Wachsstücke nicht mehr blasser werden, daß sie aber im Bruche immer noch gelber erscheinen, als auf der Oberfläche, so werden sie noch einmal eingeschmolzen, gebändert und gebleicht. Die Dauer des Bleichprozesses ist verschieden, je nach der Wachsart und den Witterungsumständen. Oftmals reicht ein einmaliges Bleichen ohne Umschmelzung hin. Die mittlere Dauer des Bleichprozesses ist 4 Wochen. Das gebleichte Wachs wird eingeschmolzen und entweder in Form flacher, dünner, runder Scheiben durch Ausgießen auf eine benetzte Tafel gebracht, oder auch zu viereckigen größeren Blöcken geformt in den Handel geliefert. Der Gewichtsverlust beträgt 2 bis 8 Procent, und ist verschieden, je nach der Wachssorte und der Gunst der Verhältnisse, unter welchen der Bleichprozeß verläuft.

Was man bis jetzt über künstliches Wachsbleichen beobachtete, ist, daß Chlor nicht bloß den gelben Farbestoff zerstört, sondern auch das Wachs selbst angreift, da das aus einem solchen Bleichprozeß hervorgegangene Product Chlor enthält, spröde ist und nicht mehr die Eigenschaft des Wachses hat. Nicht uninteressant, keineswegs aber von praktischer Bedeutung ist die Wahrnehmung, daß das Wachs, in Terpentinöl gelöst, sich an der Sonne leicht bleichen läßt. Durch Verdunstung soll das Lösungsmittel wieder entfernt werden. Bis jetzt noch von geringer Wichtigkeit für die technische Ausbeutung ist der Vorschlag Solly's, das Wachs mit wenig englischer Schwefelsäure, bei nicht zu hoher Temperatur, zu schmelzen und etwas feingepulverten Natronsalpeter einzutragen und unter Umrühren einige Zeit zu erhitzen, sodann mehrere Male im Wasser umzuschmelzen. Ingenohl empfiehlt,

auf 1 Theil Wachs $^1/_{12}$ Schwefelsäure, die mit dem achtfachen Gewicht Wasser verdünnt worden, unter gelinder Erwärmung einzurühren, und nachdem die Bleichung erfolgt, mit Wasser zu verdünnen und mehrere Male in frischem Wasser das Wachs umzuschmelzen.

Die Wachssorten des Handels. Unter den europäischen Wachssorten 30
zeichnet sich das türkische, namentlich das rumänische, hochroth gefärbte Wachs als die beste aus; es kommt in großen Leinenballen verpackt vor. Das Wachs aus Bosnien, Solonich, aus den Herzogthümern Moldau und Wallachei sind ebenfalls sehr geschätzte Sorten. Gute Wachssorten sind auch die aus Podolien und der Ukraine und das Wachs aus der Krim, ferner das Wachs aus Siebenbürgen, Illyrien, Bellano und Verona, Ungarn, Polen, Galizien, Mähren. Aus dem nordwestlichen Europa ist besonders das sogenannte Hamburger Wachs, d. h. das Wachs aus den norddeutschen Haidegegenden, für welches Hamburg der Hauptstapelplatz ist, bekannt. Minder bedeutend für den Großhandel ist das französische und spanische sowie das süddeutsche Wachs. Außereuropäische gute Wachssorten sind das sehr gerühmte Smyrnawachs, das ägyptische, berberische und marokkanische, die aber wie das amerikanische und westindische Wachs schwer bleichbar sein sollen. Das Wachs von der Küste Guinea ist ausgezeichnet durch Festigkeit und Bleichbarkeit. Von Guadeloupe kommt ein schwarzes, gar nicht bleichbares Wachs im Handel vor. Dasselbe stammt von einer wilden Bienenart ab. Das unter den Namen Pe-la oder chinesisches Wachs jetzt im Handel vorkommende Product, das man früher für ein Pflanzenwachs hielt, stammt ebenfalls von einem andern Insect als der gewöhnlichen Biene, nämlich der Wachsschildlaus, coccus ceriferus, her, die es auf den Bäumen, von welchen sie sich nährt, namentlich auf Rhus succedanecum, niederlegt. Es schmilzt bei 83° C., ist in Alkohol sehr wenig löslich und giebt bei der trocknen Destillation nur geringen Acroleïngeruch. Es ist schwer verseifbar und besteht nach Brodie aus cerotinsaurem Cerotyloxyd. Auch das Andaquieswachs (cera delos andaquies), das in den Flußgebieten des Orinocco, Amazonenstroms und Magdalenenflusses von einem Insect, avega, gewonnen wird, hat viele Aehnlichkeit in der Zusammensetzung mit dem Bienenwachs. Es schmilzt bei 77° C. und ist ein gutes Kerzenmaterial.

Chemische Eigenschaften des Wachses. Das gebleichte Bienen- 31
wachs läßt sich durch heißen Alkohol zum Theil auflösen. Der darin lösliche und beim Erkalten sich fast wieder gänzlich ausscheidende Bestandtheil ist die Substanz, die man früher Cerin nannte; sie besteht aber wesentlich aus der oben angeführten Säure, der Cerotinsäure. Der in heißem Alkohol schwer lösliche Bestandtheil ist das sogenannte Myricin; es besteht aus cerotinsaurem Melyloxyd, läßt sich aber nur durch Schmelzen mit Kalihydrat in diese beiden Bestandtheile zerlegen. Man erhält das Myricin durch mehrmaliges Umkrystallisiren aus heißem, starkem Alkohol, in dem wie bemerkt, es schwer löslich ist und zuletzt durch Umkrystallisiren aus Aether. Behandelt man das Wachs mit heißem, 80procentigem Alkohol und läßt die Lösung erkalten, so scheidet sich die Cerotinsäure nebst

dem wenigen aufgelösten Myricin ab. Beim Abdampfen der Lösung findet man aber eine butterartige, etwas klebrige Masse im Rückstand, welche man Ceroleïn genannt hat. Sie kommt nur in geringer Menge, 4 bis 5 Proc., im Wachs vor, ist aber doch ein charakteristischer Bestandtheil desselben, dessen Kenntniß bei Untersuchung des Wachses auf Verfälschungen (s. unten) von Wichtigkeit ist. Das Ceroleïn schmilzt bei 28° C.

Das weiße Wachs hat einen höhern Schmelzpunkt als das ungebleichte; derselbe liegt nämlich zwischen 64 und 66° C.

32 **Verfälschungen.** Das Wachs, sowohl das weiße als gelbe, kommt nicht selten verfälscht vor. Geringere Schwierigkeiten bietet die Entdeckung solcher Zusätze, die beim Erwärmen nicht, wie das reine Wachs, zu einer klaren, ölartigen Flüssigkeit schmelzen, wie Mehl, Stärkemehl, Schwefel, Oker, Bleiweiß u. s. w. Diese Substanzen geben sich zu erkennen, wenn man Wachs in heißem Wasser schmilzt; die ersteren geben kleisterartige Flüssigkeiten, die letzteren fallen aus dem Wasser zu Boden, während das Wachs obenauf schwimmt. Harze können durch Behandeln mit Weingeist nachgewiesen werden. Terpentin macht außerdem das Wachs beim Erwärmen in der Hand sehr klebrig. Wallrath wird zum Verfälschen wohl nicht angewendet, weil er zu theuer ist, dagegen dienen, wie es vielfach erwiesen ist, Stearinsäure und Talg dazu, und deren Entdeckung ist nicht ganz leicht. Talg giebt sich im Wachs zu erkennen, wenn seine Mengen nicht allzu gering sind, durch den Geschmack, den es beim Kauen annimmt. Wachskerzen, die mit Talg versetzt sind, zeigen beim Ausblasen den unangenehmen Acroleïngeruch. Diese Kennzeichen sind indessen etwas trügerisch.

Der Schmelzpunkt des Wachses wird zwar durch Talgzusatz etwas erniedrigt, allein selbst 12 Proc. Talg bewirken eine so geringe Differenz, daß man sich des Thermometers zum Erkennen des Talges nicht bedienen kann. Nach Gottlieb, der die Prüfung des Wachses zum Gegenstand einer genauen Untersuchung machte, bleibt als bestes Mittel die Aufsuchung der Oelsäure, die er nach folgender Methode bewerkstelligt. Ein Loth Wachs wird mit 6 bis 7 Loth Kalilauge von 1,2 specif. Gewicht in einer Silber- oder Kupferschale unter fortwährendem Umrühren verseift, nach ½ Stunde ist ein Seifenleim entstanden, der noch etwa eine Stunde gerührt und gekocht wird. Die gebildete Seife wird mit kaltem Wasser und etwas verdünnter Schwefelsäure versetzt, und das Gemenge in fortwährendem Kochen erhalten, bis das Fett klar oben aufsließt und nach dem Erkalten abgenommen werden kann. Die Fettschicht schmilzt man nun im Wasserbade und setzt unter fortwährendem Umrühren sehr fein gepulverte Bleiglätte zu, bis die Masse nichts mehr aufnimmt, was sich an dem Aufhören des Blasserwerdens erkennen läßt. Die Bleiseife haltende Masse bringt man in einen verschließbaren Kolben, übergießt sie mit Aether und läßt diesen 3 Stunden lang unter öfterem Schütteln darauf einwirken. Es wird die ätherische Lösung von der festen, Fett und Bleioxyd haltenden Masse abfiltrirt und auf einen Gehalt an ölsaurem Bleioxyd, das in Aether löslich ist, geprüft. Schwefelwasserstoff erzeugt darin, wenn wenigstens 8 Proc. Talg dem Wachs zugesetzt worden, einen starken, braunschwarzen Niederschlag, aber bei auch nur

3 Proc. eine sehr deutliche Färbung von Schwefelblei. Weil indessen auch bei reinem Wachs unter den erwähnten Umständen etwas weniges Bleioxyd vom Aether aufgenommen wird und dieser durch Schwefelwasserstoff eine geringe Färbung erfährt, was Täuschung veranlassen könnte, ist es zu rathen, die ätherische Flüssigkeit mit etwas verdünnter Salzsäure zu schütteln, die das Bleioxyd aufnimmt, die Aetherschicht abzuheben und verdunsten zu lassen und das zurückbleibende Fett zwischen zwei Blättern geleimten Papiers zu pressen, wobei, wenn das Wachs talghaltig war, auf diesem ein Fettfleck bleibt, nichts aber zu bemerken ist, wenn das Wachs rein war. Einen andern Theil des Rückstandes nach Verdunstung des Aethers kann man mit Aetzammoniak behandeln und die Lösung mit Chlorkaliumlösung versetzen. Es erfolgt, wenn das untersuchte Wachs ganz rein war, kaum eine Färbung, bei auch nur 3 Proc. Talgzusatz aber eine deutliche weiße Fällung.

Stearinsäure möchte noch etwas schwieriger nachzuweisen sein. Gottlieb empfiehlt folgendes Verfahren. Man koche das fragliche Wachs mit Alkohol, dieser nimmt auf: Cerotinsäure, Cerolein, wenig Myricin und die Stearinsäure, falls diese vorhanden ist. Es scheiden sich beim Erkalten aus: das Myricin und die Cerotinsäure. Von der Stearinsäure aber bleibt neben dem Cerolein wenigstens so viel gelöst, daß dadurch die Eigenschaften des Rückstandes wesentlich geändert werden. Das Cerolein nämlich ist eine butterartige, nicht krystallinische Masse; es wird etwas härter und bekommt deutlich krystallinisches Aussehen, wenn so viel Stearinsäure demselben beigemischt ist, als sich in dem erkaltenden Alkohol gelöst erhalten kann. Weil die Quantität der im kalten Alkohol löslichen Stearinsäure beschränkt ist, läßt sich eine Verfälschung auch nur mit geringen Mengen dieser Substanz nachweisen, dagegen kann aus dem gleichen Grunde auf diese Weise die Menge des Verfälschungsmittels nicht nachgewiesen werden. Fehling vereinfacht das Verfahren dahin, daß er das Wachs mit dem 20fachen Gewicht Alkohol 4 bis 5 Minuten lang kocht und die Masse mehrere Stunden lang bis zum völligen Erkalten stehen läßt, dann filtrirt und das klare Filtrat mit Wasser versetzt. Die Cerotinsäure hat sich beim Erkalten des Alkohols schon abgeschieden, von der Stearinsäure aber bleibt etwas gelöst, das bei Wasserzusatz eine weiße, milchige Trübung veranlaßt, die nicht erfolgt, wenn das Wachs ganz rein war. Auch zur Erkennung einer Verfälschung des Wachses mit Talg soll dieses Verfahren tauglich sein; in diesem Fall muß man zuerst mit nicht zu starker Natronlauge verseifen, die Natronseife mit Wasser und Säure zerlegen, die ausgeschiedene trockne Fettmasse mit Alkohol kochen und wie angegeben damit verfahren. Wenige Procent Stearinsäure oder Talg sollen auf diese Weise ganz deutlich nachgewiesen werden können.

B. Feste Pflanzenfette.

1. Palmöl (huile de palme; palmoil)

wird in beträchtlicher Menge in Europa eingeführt. Der Betrag der jährlichen 33
Einfuhr dieses Fettes nach England allein darf nach officiellen Aufzeichnungen

auf $^1/_2$ Million Centner angeschlagen werden; die hauptsächlichsten Erzeugungsorte sind das westliche Afrika (Guinea) und Südamerika (Guiana), aber auch aus der nordamerikanischen Union, von den canarischen Inseln, Madeira und anderen Orten wird Palmöl bezogen. Es ist meist das durch Auskochen oder Auspressen gewonnene Fett der Früchte von Avoira elais (Elais guianensis), soll aber auch aus anderen Pflanzen, nämlich Areca und Cocosarten, gewonnen werden, hat eine orangegelbe Farbe, butterartige Consistenz und wenn es nicht ranzig geworden, was leicht geschieht, einen veilchenartigen, nicht unangenehmen Geruch. Die Sorten des Handels haben verschiedene Bezeichnungen, die prima lagos und secunda lagos gelten als die vorzüglichsten. Die erstere läßt sich etwas leichter bleichen als die letztere. Der Schmelzpunkt des frischen, rohen Palmöls liegt, nach den Bestimmungen von Payen, wie nach jenen von Boudet und Pelouze, bei ungefähr 27° C., das ranzig gewordene soll einen etwas höhern Schmelzpunkt haben. J. J. Pohl beobachtete an einem 10 Jahre aufbewahrten, ranzig gewordenen Palmöl den Schmelzpunkt von 41,0 bis 41,2° C. Die oberen Schichten eines 6 Jahre aufbewahrten Palmöls fand derselbe bei 42,1 bis 42,3° C. schmelzend; diese waren gebleicht, die unteren noch gelben schmolzen bei 36,4 bis 36,5° C. Es ist in heißem Alkohol ziemlich, in Aether leicht löslich. Die Hauptverwendung des Palmöls ist die zu Seifen; es wird hierzu im ungebleichten und im gebleichten Zustand verwendet, und tritt im erstern, namentlich in Verbindung mit Cocosnußöl als das wichtigste Surrogat für den Talg auf. Durch kaltes Pressen läßt sich der flüssige Theil davon entfernen und es bleibt eine etwas festere Masse von höherem Schmelzpunkt zurück, die $^3/_4$ bis $^7/_8$ vom Gewicht des Ganzen beträgt. Das Palmöl wird übrigens zum Behuf der Kerzenfabrikation gewöhnlich nicht auf diesem Wege tauglich gemacht, sondern durch Abscheidung die Palmitinsäure daraus gewonnen (siehe unten Stearinsäure-Fabrikation), dient aber auf letztere Art als ein sehr wichtiges Kerzenmaterial. Der feste Bestandtheil des Palmöls besteht der Hauptmasse nach aus palmitinsaurem Glyceryloxyd (Tripalmitin), der flüssige aus ölsaurem Glyceryloxyd; daneben enthält es in geringer Menge flüchtige, ihm den Geruch ertheilende Säuren und das gelbe Pigment, das indessen leicht zerstörbar ist.

34 **Bleichen des Palmöls.** Das Palmöl wird schon durch den Einfluß des Lichtes gebleicht. Das Bleichen desselben im Großen läßt sich auf verschiedene Weise ausführen. Durch Schmelzen und Ausgießen der geschmolzenen Masse in dünnen Strahlen in kaltes Wasser und Aussetzen der auf solche Weise möglichst fein vertheilten Masse an das Licht kann man, wenn auch mit einigem Zeitaufwand, das Palmöl vollkommen weiß machen.

Ueberhitzung, das heißt rasches Erhitzen bis auf ungefähr 240° C., ist ein früher vielfach angewandtes und jetzt noch immer das einfachste Mittel, das gelbe Pigment zu zerstören. Man läutert das Oel zuerst durch Schmelzen mit Wasser und Abheben der klaren Flüssigkeit von daraus abgesetzten Unreinigkeiten, füllt es dann in einen eisernen Kessel, so daß dieser bis zu $^2/_3$ davon voll ist, verschließt wegen der lästigen Dämpfe mit einem Deckel, der eine Oeffnung zum Probeziehen hat und erhitzt rasch bis zur genannten Temperatur. Das Fett zeigt sich nach

dem Erstarren nicht ganz weiß, sondern schwach bräunlich gefärbt und zwar stärker, wenn das rohe Fett ziemlich dunkelgelb war und die Hitze etwas hoch getrieben wurde.

Wärme und Luft, gleichzeitig wirkend, lassen sich auch zum Bleichen des Palmöls anwenden. Man bedient sich hierzu entweder eines in das bis 100 °C. erwärmte Oel eintauchenden Siebes, das rasch in die Höhe gehoben, das flüssige Fett in dünnen Strahlen durch seine Maschen fallen läßt, oder eines Schaufelwerks, mittelst dessen man kleine Mengen des geschmolzenen Oels über die Oberfläche der Flüssigkeit hebt, um es aus einiger Höhe von 1 bis 2 Fuß wieder niederfließen zu lassen. Der Apparat ist gleichsam ein umgekehrtes oberschlächtiges Wasserrad (d. h. dessen Kammern im gefüllten Zustande gehoben werden und entleert niedergehen) von geringer Höhe, aber ziemlicher Axenlänge. Dieses Verfahren ist etwas zeitraubender als das vorige, liefert aber, sorgsam befolgt, ein sehr schönes Product.

Die chemische Bleiche des Palmöls wird mit oxydirenden Substanzen ausgeführt. Als Oxydationsmittel dient am besten die Chromsäure, d. h. ein Gemisch von doppeltchromsaurem Kali mit Salzsäure und etwas Schwefelsäure. Die Menge der bleichend wirkenden Substanzen richtet sich nach der Natur des Palmöls. Für die besseren Sorten reicht 1 bis $1^1/_2$ Tausendtel vom Fettgewicht chromsaures Kali, doppelt so viel Salzsäure und halb so viel Schwefelsäure aus. Man schmilzt das rohe Palmöl in einem Holzbottich bei ungefähr 50° C., giebt zuerst das chromsaure Kali zu, rührt stark um und mischt dann die Salzsäure und zuletzt die Schwefelsäure hinzu. Die Säuren, das Kali und das aus der Chromsäure entstandene Chromoxyd setzen sich, sobald man mit Umrühren aufhört, zu Boden, und man kann die Farbe des Oels prüfen. Ist dasselbe nach etwa halbstündiger Einwirkung der ersten Portion des Bleichmittels noch gelb, so setzt man von letzterm aufs Neue zu. Das auf diesem Wege gebleichte Palmöl hat nicht selten einen Stich ins Grüne, weil es etwas Chromoxyd zurückhält. Dies kann ihm durch längeres Kochen mit verdünnter Salzsäure entzogen und ein tadellos weißes Product hergestellt werden. Nachdem das Oel gebleicht erscheint, füllt man es in einen kupfernen Kessel und kocht es längere Zeit mit Wasser, um ihm alle Bestandtheile des Bleichmittels zu entziehen, läßt es dann einige Zeit wohlbedeckt ruhig stehen und hebt das klare, obenauf schwimmende Fett ab. Die Bleichung des Palmöls mit Chromsäure ist jetzt die gebräuchlichste, wenn auch etwas theurer als die vorhergehenden. Anstatt des chromsauren Kali soll sich auch möglichst fein gebeuteltes Braunsteinpulver anwenden lassen.

2. Cocosnußöl (beurre de coco; cocoa-nut oil).

Das Cocosnußöl ist das, aus dem zuerst milchigen, später mandelkernartigen 35
Inhalt der Cocosnüsse durch Auskochen oder Auspressen gewonnene Fett. Die Cocosnüsse sind die Frucht der Cocospalme (cocus nucifera), die beinahe in allen Tropenländern vorkommt. Das Cocosnußöl des Handels ist weiß, von schmalzartiger Consistenz, süß mildem Geschmack, eigenthümlichem, nicht angenehmem, schweißartigem Geruch und schmilzt etwas über 20° C. Es ist in heißem Alkohol löslich, nicht

leicht verseifbar und liefert Seifen, die hart sind, auch wenn sie viel Wasser enthalten. Diese Eigenschaft macht es zur Darstellung der sogenannten gefüllten Seifen sehr schätzenswerth, obschon denselben immer der auffallende Geruch des frischen Oeles bleibt. Es sind in demselben mehrere Glyceride verschiedener Fettsäuren enthalten, unter denen man eine eigenthümliche Säure, die Coccinsäure, unterschied, über deren selbstständiges Bestehen jedoch Zweifel obwalten.

3. Das sogenannte japanesische Wachs
(Baumwachs, auch amerikanisches Wachs),

36 eine in runden, auf einer Seite flachen, auf der andern Seite gewölbten Scheiben vorkommende, oft mit weißlichem Hauch überzogene, wachsartige Masse, etwas weicher und brüchiger als gebleichtes Bienenwachs und von talgartigem Geruch, ist eine eher zu den Fetten als zu den Pflanzenwachsarten zu rechnende Substanz, über deren Abkunft nur sehr Widersprechendes berichtet wird. Sie löst sich in heißem Alkohol und Aether, schmilzt bei 42° C. und erstarrt bei 40° C. und besteht nach Sthamer wesentlich aus palmitinsaurem Glyceryloxyd. Es ist nicht ganz unwahrscheinlich, daß diese Masse durch Abpressen des flüssigen Theils des Palmöls, Bleichen und Formen erzeugt wird. (?)

Mehrere ostindische feste Pflanzenfette, das Epie-Oel (von Bassia latifolia) und Ilpa-Oel (von Bassia longifolia), das Phoolwa oder Pflanzenbutter (von Bassia butyracea), das Miniak, der Pineytalg (von Valeria indica), das Cocum-Oel (von Garcinia purpurea), das Kali-ziri (von Vernonia anthelminthica), sowie die aus Afrika kommende Galambutter, ebenfalls von einer Bassiaart abstammend, sowie die Cacao- und die Muscatbutter haben als Beleuchtungsmaterialien für uns sehr wenig Bedeutung.

4. Die Pflanzenwachsarten.

37 **Das Palmwachs** kommt von der Wachspalme (Ceroxylon andicola), einem von Humboldt und Bousfingault an den Cordilleren häufig gefundenen, eine Höhe von 50 Metern erreichenden Baume. Dasselbe bildet nach letzterem Naturforscher einen Ueberzug über die ganze Rinde des Baumes. Durch Abschaben der Rinde und Erhitzen des gewonnenen rohen Wachses in heißem Wasser scheidet sich die reine Wachsmasse oben aus und kann abgeschöpft werden. Es wird in Kugeln geformt, welchen, um ihnen die Brüchigkeit zu nehmen, zuweilen etwas Talg zugesetzt werden soll. Im Handel von Carthago (in Columbia) finden sich Wachsbrode und Wachskerzen von dieser Substanz. Das Palmwachs hat einen etwas über der Siedehitze des Wassers liegenden Schmelzpunkt, wird beim Schmelzen tiefgelb und nach dem Erkalten spröde und harzartig; es wird durch Reiben elektrisch und brennt, angezündet, mit russender Flamme. Bousfingault zerlegte es, durch Lösen in kochendem Alkohol, in ein Harz, das beim Erkalten des Lösungsmittels gelöst bleibt, und eine, dem Bienenwachs, in den physikalischen Eigenschaften und der Zusammensetzung ganz nahe kommende, wachsartige Materie, die sich beim Erkalten des Alkohols daraus abscheidet.

Letztere schmilzt unter der Kochhitze des Wassers. Unter den Beleuchtungsmitteln unseres Continents spielt diese Substanz bis jetzt keine Rolle.

Carnauba ist eine im Handel von Rio Janeiro ziemlich wichtig gewordene, 38
als Kerzenmaterial dienende, der vorigen ziemlich ähnliche Wachsart. Sie soll der Ueberzug der Blätter einer Palmenart sein. Beim Trocknen dieser Blätter sollen sich gelbliche Schuppen davon ablösen, welche beim Erwärmen schmelzen und das etwas gelbliche und spröde, nach Versuchen von Brandt schwer bleichbare, aber zu Kerzen gut geeignete Carnaubawachs liefern; es soll nach Lewy bei 83,5° C. schmelzen und sowohl in siedendem Alkohol als in Aether löslich sein. Die Zusammensetzung kommt nach dem gleichen Chemiker der des Bienenwachses sehr nahe.

Ocubawachs wird aus der Flintenkugel großen Frucht eines in der Pro- 39
vinz Para am Amazonenstrom häufig vorkommenden Strauches von der Gattung Myristica gewonnen. 16 Pfund dieser Samen liefern, durch Abwaschen einer äußern carminroth gefärbten Haut, Zerquetschen und Auskochen, 3 Pfund rohes Wachs, das nach dem Reinigen glänzend weiß wird, dem Bienenwachs sehr ähnlich ist und zu wohlfeilen Lichtern in den dortigen Gegenden gebraucht werden soll. Dieses Wachs ist in siedendem Alkohol löslich und schmilzt bei 36,5° C. Ganz ähnlich demselben verhält sich das sogenannte Bicuhubawachs. Beide haben einen etwas geringeren Kohlenstoff und Wasserstoff, dagegen höheren Sauerstoffgehalt, als das Bienenwachs und Carnaubawachs.

Myrthenwachs (Myrikawachs) wird aus den Früchten mehrerer Myrika- 40
arten gewonnen; unter den die größte Menge liefernden Species wird namentlich Myrica cerifera genannt, welche in Louisiana und anderen südlichen Staaten der nordamerikanischen Union zu Hause ist. Am Cap der guten Hoffnung soll übrigens ein ganz ähnliches Wachs bereitet werden. Man gewinnt es in Nordamerika durch Auskochen der Früchte mit Wasser; 3 bis 4 Pfd. derselben sollen 1 Pfd. Wachs und ein einziger Strauch jährlich bis zu 30 Pfd. der Beeren liefern können. Das Wachs ist spargelgrün, in einzelnen Stücken selbst dunkel schmutziggrün, läßt sich übrigens bleichen. Es hat einen aromatischen, nicht unangenehmen Geruch und Geschmack, ist zart und fettig anzufühlen wie Talk, hat aber einen unebenen, körnigen und matten Bruch, in der warmen Hand erweicht es nicht. Sein Schmelzpunkt ist nach Lewy bei 47,5° C. In 20 Theilen kochendem Alkohol und in 4 Theilen heißem Aether ist es löslich. Seine Zusammensetzung ist von der des Ocubawachses nicht viel verschieden. Auch dieses Pflanzenwachs soll in Amerika zu Kerzen verwendet werden.

Das Wachs des Kuhbaumes (Brosmium Galactodendron oder Galactodendron utile), der an den Cordilleren vielfach wächst, wird aus einem auf diesem Baume nach gemachten Einschnitten reichlich ausfließenden Milchsaft gewonnen. Der genießbare Milchsaft scheidet beim Erhitzen einerseits einen eiweißartigen Körper durch Gerinnen ab, andererseits die fettige Materie, die die Hälfte vom Gewicht der Milch betragen soll. Es ist weiß, etwas gelblich, ziemlich hart, wird bei 40° C. knetbar und schmilzt bei 60° C., ist verseifbar und löslich in kochendem Alkohol. Die daraus gefertigten Kerzen sollen sehr gut brennen.

C. Flüssige Fette des Thierreichs.

41 1) **Thran**, Fischthran (Huile de poisson; fish oil, blubber). Der Name Fischthran bezieht sich auf Producte von sehr verschiedener Abkunft. Das hauptsächlichste Rohmaterial zur Gewinnung des Thrans ist der Speck verschiedener Wallthiere. Von diesen Thieren sind es der Cachelot (Physeter makrocephalus), Pottfisch oder Pottwall, der meist in nördlichen Meeren lebt, von dem (vergl. oben) neben dem Thran auch Wallrath und Wallrathöl gewonnen wird; der grönländische Wallfisch (Balaena mysticetus), der jetzt fast nur noch im Nordpolarmeer getroffen wird, der antarktische Wallfisch (Balaena australis), der auf der südlichen Halbkugel lebt und noch etwas größer als der grönländische, diesem aber sonst sehr ähnlich ist; verschiedene Delphinarten, der Narwall (Monodon monoceros), das Meerschwein, mehrere Robbenarten, wie der Seehund oder das Seekalb (Phoca vitulina) und wallroßartige Thiere, deren Speck zur Thrangewinnung dient.

Die Seefahrer erlegen die Thiere und bringen in der Regel nach mehrmonatlichen Expeditionen die nur in kleine Stücke geschnittene Speckseite der Thiere nach Hause. Einzelne Wallfische haben unter der Haut eine fußdicke, in der Nähe des Unterkiefers aber oft zwei Fuß stark werdende Speckschicht, und ein einzelnes Thier liefert durchschnittlich 240 Centner, einzelne sogar 400 Centner Thran. Auf der Fahrt geräth der Speck in faulige Gährung, wodurch zwar ein höchst unangenehmer Geruch entwickelt, das Ausfließen des Thranes aber wesentlich erleichtert wird. Aus dem Speck, der in Fässer mit Siebboden geworfen wird, fließt ein Theil des Thrans von selbst aus, die häutigen Rückstände werden in Kesseln ausgekocht, wobei ganz ähnlich wie beim Talgschmelzen verfahren wird. Die von den Membranen befreite flüssige Fettmasse läßt man zuerst durch Absetzen klären, zapft sodann den klaren Theil ab und erhitzt diesen in großen kupfernen Pfannen bis etwas über 100° C., wobei einige sich wie Eiweiß verhaltende Stoffe gerinnen und sich abscheiden, und ein Theil der flüchtigen Bestandtheile, die durch die Fäulniß erzeugt werden, entfernt wird. Sowohl beim Ausfieden des Specks als bei diesem Kochen entwickelt sich ein sehr übler Geruch, weshalb die Thransiedereien gewöhnlich in unbewohnten Gegenden angelegt werden. Nach dem Erlöschen des Feuers wird dem Thran etwas Wasser zugesetzt, damit die in der Ruhe sich daraus absetzenden Theile nicht an den Boden ankleben. Aus dem Kessel in große Behälter gelassen, wird er durch Ruhenlassen nochmals geklärt, und dann in den Handel gebracht. Das in den Klärgefäßen oben sich abscheidende hellere Oel heißt weißer Thran, der bodensatzhaltige Theil, Trutt, der gewöhnlich ehe er in den Handel geht, nochmaliger Reinigung unterworfen wird. Die zweite, in minder großer Menge erzeugte und als Beleuchtungsmittel zwar auch gebrauchte, immerhin dazu aber weniger benutzte Thransorte, ist der Leberthran (Huile de foie de morue; cod liver oil, codoil). Dieser wird aus den Lebern mehrerer Schellfische oder Gadusarten, bei weitem am meisten des Gadus morrhua oder

Kabeljau, gewonnen. Es wird angegeben, daß zuweilen auch die Lebern noch anderer Fische dazu benutzt werden, diese Meinung ist indessen nicht erwiesen.

Die im Einzelnen ziemlich von einander abweichenden Gewinnungsarten des Leberthrans kommen darin überein, daß man die Lebern in Fässern an sonnigen Stellen stehen läßt, und so durch Erwärmen eine von selbst ausfließende Thransorte erhält, die von Farbe heller als die auf andere Art gewonnene, unter dem Namen hellblanker Leberthran vorkommt. Während die Lebern allmälig in Fäulniß übergehen, fließt noch immer Thran von denselben ab, derselbe ist aber schon etwas stärker gefärbt, und man heißt ihn braunblanken Thran; durch Auskochen der Lebern, die für sich liegen gelassen, nichts mehr abgeben, wird endlich eine dritte Sorte gewonnen, der braune Leberthran, der manchmal auch roher Thran genannt wird. Das specifische Gewicht dieser drei Thransorten ist wechselnd zwischen 0,92 bis 0,928; die hellere ist die leichteste, die dunkelere die dichteste; es sollen auch die dunkeln Sorten etwas stärker sauer reagiren, als die hellen, letztere haben auch den minder starken, widrigen Fischgeruch; die braunen Sorten riechen nicht allein nach Fischen, sondern auch etwas brenzlich, auch der Geschmack des braunen Leberthrans ist schärfer, mehr kratzend, als der des blanken.

Außer den beiden Thranarten ist noch der Häringsthran, der durch Aussieden der Lebern und Eingeweide, ja ganzer Körper gewonnen wird, nennenswerth.

Aller Thran ist etwas in kaltem, mehr in heißem Alkohol und ziemlich leicht in Aether löslich. Der Hauptsache nach besteht er aus ölsaurem und palmitinsaurem Glyceryloxyd, welch letzteres sich aus den meisten Thransorten mit dem Alter oder bei niedriger Temperatur (etwa 15°C.) in weißen, körnigen Kryställchen ausscheidet. Es sind aber in demselben immer flüchtige Säuren, namentlich Baldriansäure (früher für eine besondere Säure, Phocänsäure, gehalten), wahrscheinlich auch Buttersäure und Essigsäure enthalten, und er enthält ferner (namentlich der Leberthran) sowohl Gallenbestandtheile als salzartige Verbindungen, letztere bis zu ungefähr 1 Proc.

Der Thran spielt unter den Beleuchtungsmitteln eine doppelte Rolle; er wird, wiewohl nicht häufig, als solcher zur Lampenbeleuchtung verwendet, dient aber vielfach zur Verfälschung von Lampenölen. In beiden Fällen sind einige gewöhnlich am Thran vorkommende Eigenschaften nicht geringes Hinderniß seiner Brauchbarkeit, und es sind darum eine ziemlich große Reihe von Mitteln zu seiner Reinigung vorgeschlagen worden.

Reinigen des Fischthrans. Es handelt sich bei der Reinigung des 42
Thrans darum, 1. ihn etwas dünnflüssiger zu machen, damit er in der Lampe leicht vom Docht angesogen werde, 2. alle festen, nicht fettigen Theile daraus zu entfernen, die beim Verbrennen verkohlen und im Dochte sich absetzen, 3. ihm den üblen Geruch zu nehmen, der ihn, zur Zimmerbeleuchtung wenigstens, untauglich macht.

Im Handel sieht man zunächst darauf, daß der Thran nach längerem Lagern keinen trüben Bodensatz habe und schätzt denjenigen gering, bei welchem dies der Fall ist.

Nach Payen befindet sich ein combinirtes Thranreinigungsverfahren im Gebrauch, vermöge dessen zuerst das feste Fett entfernt, das flüssige aber von seinem üblen Geruch befreit wird, und welches im Folgenden besteht: Man erhitze den

Thran in tiefen kupfernen Kesseln vermittelst Dampf oder eines Wasserbades, und lasse ihn dann langsam bis auf 12 oder 15° C. abkühlen. Das schwerere, weniger dünnflüssige Fett setzt sich hierbei am Boden ab und die klare, dünne Flüssigkeit kann davon abgezapft werden; durch Einfüllen derselben in große, hohe Gefäße und Ruhenlassen scheidet sich noch mehr des dickflüssigen Fettes aus. Wird das flüssige Fett abgezogen, und nachdem es auf 100° C. erwärmt, mit $^1/_{100}$ seines Volums einer gesättigten Aetznatronlösung versetzt und damit innig durch Umrühren gemischt, so bildet sich aus den flüchtigen Säuren und dem Alkali eine aus dem Oel sich ziemlich leicht ausscheidende Seife, die auch färbende Bestandtheile aufnimmt, so daß das Fett sich klar oben ausgeschieden findet. Den festeren Theil des Fettes kann man reinigen, indem man es zuerst mit Dampf auf 100° C. erwärmt, sodann mit 1 bis 2 Proc. Salzsäure oder Weinsäure versetzt, gut damit umrührt und bedeckt möglichst langsam erkalten läßt. Die saure Flüssigkeit hat viele Unreinigkeiten aufgenommen und das Fett ist ziemlich fest, fast schmalzartig, und kann zu mancherlei Verwendungen, auch zur Abscheidung starrer Fettsäuren dienen.

In Dänemark soll der Thran geklärt und theilweise vom üblen Geruch befreit werden durch Einrühren gepulverter Thierkohle, Stehenlassen darüber während mehrerer Wochen und nachheriges Filtriren durch Holzkohlenfilter. Das nämliche wird nach Davidson erreicht durch Einrühren von Lohbrühe oder Gallusabsud in den Thran, Ruhenlassen und Abziehen des Fettes von der trüben, die Flocken geronnenen Schleims und Leims enthaltenden Masse; Einrühren einer klaren Lösung unterchlorigsauren Kalks, deren Gehalt an letzterm 1 Proc. des festen Bleichsalzes entspricht, Absitzenlassen der dicklichen, meistens kalkhaltigen Masse, Abziehen des Fettes von derselben und Abscheiden des noch im Thran befindlichen Kalksalzes durch sehr verdünnte Schwefelsäure. Es soll ein ganz klares dünnflüssiges und nur ein wenig riechendes fettes Oel durch dies Verfahren erhalten werden. Zur Abscheidung schleimiger Theile ist auch eine Lösung von Queckfilberchlorid empfohlen worden, und zum gleichen Zwecke wird vorgeschrieben, den mit Wasser vermischten Thran durch Dampf bis zur Siedehitze des ersteren zu erwärmen, dann $^1/_{10}$ vom Thrangewicht Alaun einzurühren, vermittelst dessen aller Schleim soll abgeschieden werden können.

Es existiren noch eine Menge anderer wenig rationeller Recepte zur Thranreinigung, für deren Wirksamkeit zu wenig Gewähr vorliegt, als daß sie hier erwähnt zu werden verdienten.

Verfälscht wird der Thran zuweilen mit geringen Lein- und Hanfölen. Wird Thran, dem soche Oele beigemischt wurden, nach Davidson mit seinem gleichen Volum Alkohol von 0,815 specif. Gewicht geschüttelt, so färbt sich letzterer braun, was bei reinem Thran nicht geschieht. Nach Calvert soll 1 Vol. Aetznatronlösung von 1,34 specif. Gewicht mit 5 Vol. Thran zum Kochen erwärmt, diesen rothfärben, mit Hanföl eine braune, starre, mit Leinöl aber eine gelbbraune, flüssige Seife bilden. Schwefelsäure von 1,475 specif. Gewicht, im Verhältniß von 6 Vol. zu 5 Vol. Thran gemischt, färbt diesen roth, die beiden genannten Oele aber grün, so daß eine Beimischung derselben, die 10 Proc. beträgt, noch erkannt werden soll.

Von anderen flüssigen Fetten des Thierreichs ist als Beleuchtungsmittel höchstens noch das Wallrathöl, der flüssige Theil des in der Schädelhöhle des Pottfisches neben Wallrath (s. bei diesem) vorkommenden Fettes nennenswerth, während Eieröl, Klauenöl und andere zu diesem Zwecke nicht gebraucht werden.

D. Die flüssigen Fette des Pflanzenreichs.

Zum Beleuchtungsgebrauch dienen fast ausschließlich die nicht trocknenden Oele.

Reps- oder Rüböle. Unter diesem allgemein geltenden Namen kommen 43
die Samenöle verschiedener Brassicaarten vor.

Man unterscheidet

1. Eigentliches Repsöl (rapeseedoil), und zwar dies wieder von Winterreps (Brassica napus oleifera Dec.) und von Sommerreps oder Samenrübsen (Brassica praecox Dec.).

2. Kohlsaertöl (huile de colza; rapeseedoil of the continent), (von Brassica campestris Dec.).

3. Rübsamenöl (huile de navette), (von Brassica napobrassica).

Die Samen aller dieser Pflanzen bilden wichtige Handelsartikel sowohl für die Saat als für die Oelgewinnung. Sie bestehen in kleinen, rundlichen Körnern von Stecknadelkopfgröße, die der Kohlsaat sind etwas größer als die der anderen und mehr röthlich von Farbe, während jene braun sind. Frisch schmecken sie nicht unangenehm krautartig, alt aber scharf und widrig. Man sieht beim Einkauf darauf, daß sie hart seien, beim Zerdrücken zwischen den Fingernägeln einen citronengelben Kern zeigen, der, auf Papier zerdrückt, einen starken öligen Fleck läßt, und daß die Schale dünn sei. Obgleich die Angaben über die Ernte an diesen Oelsamen auf gleicher Bodenfläche sehr wenig übereinstimmen, so scheint doch das daraus hervorzugehen, daß die drei Winterpflanzen, Kohlsaat, Winterreps und Rübsamen, mehr Oel als der Sommerreps liefern, und daß unter den ersten die Kohlsaat obenansteht. Es wird auf der Hectare*) Landes gewonnen

nach Gonjac	2400,	nach Dombasle	1428	Kilogr.	Kohlsaat,
„ „	2100,	„ „	1088	„	Winterreps,
„ „	1950,	„ „	1088	„	Rübsamen,
„ „	1500,	„ „	816	„	Sommerreps.

Von den einheimischen Oelen zum Beleuchtungsgebrauch sind noch aufzuzählen:

4. Das Wasserrübenöl (brassica rapa), nach Abstammung und Eigenschaft dem vorigen am nächsten stehend.

---

*) 1 Kilogramm = 2 Pfd. Zollgewicht; 1 Hectare = 10000 Metre □; der Meter □ hat 11,11′ □ bad. und schweiz., 10,15′ □ preußisch.

44 **Zur Gewinnung der Oele** aus diesen Samen sind verschiedene Operationen nothwendig, die wir kennen lernen wollen, ehe wir die Eigenschaften der Oele betrachten, weil letztere mit von der Gewinnungsart abhängen.

Sie bestehen

1. in einem Zerquetschen oder Zerreißen der Samenhülle.
2. im Erwärmen des Samenmehls.
3. im Auspressen desselben.

Selten folgt das Pressen unmittelbar auf das Zerreißen der Samenschale ohne Erwärmung, dagegen werden häufig die Operationen 2 und 3 wiederholt, d. h. nochmals gewärmt, nachdem ein erstes Mal gepreßt worden, und zum zweiten Mal gepreßt. Vor allem ist zu trachten, daß der Samen sauber gefegt, d. h. von Steintheilchen und anderen Samen befreit sei; es geschieht dies durch verschiedene, auch sonst in der Landwirthschaft gebräuchliche Putzmaschinen. Man bewirkt dann das Zerbrechen der Hülsen, damit bei den nachfolgenden Operationen das Oel ausfließen könne. Es sind vorzüglich drei Apparate, die zu diesem Zwecke dienen.

45 Gegenwärtig ziemlich außer Gebrauch gekommen ist das »Stampfwerk« (pilons; bocards). Dieses hat die gleiche Einrichtung, wie es z. B. bei den Pulvermühlen vorkommt. Mehrere verticale Holzpflöcke, »Stampfer« oder »Schießer«, zwischen einem Gerüste bei Auf- und Abwärtsbewegung in senkrechter Lage gehalten, und an ihrem unteren Ende mit einem Beschlag, »Schuh«, von Schmiede- oder Gußeisen versehen, werden durch eine vor denselben liegende horizontale Welle, »Daumenwelle«, mittelst der an der Welle sitzenden »Daumen« und eines an den Stampfern angebrachten Vorsprungs, der Hebelade, einer nach dem anderen um etwa 2 Fuß aufgehoben, und fallen, nachdem der Daumen unter der Hebelade vorübergeglitten ist, frei nieder in Gruben, worin sich die Samen befinden. Diese Gruben oder Mörser sind Vertiefungen in einem horizontal liegenden starken, hart hölzernen Baumstamm ausgemeißelt, und mit gußeisernem oder schmiedeeisernem Boden versehen. Die Mörser sind nahezu eiförmig, am Boden aber flach. Die Wölbung der Wände der Mörser ergiebt sich als nothwendig, damit die von den Stampfern auf die Seite gestoßene, etwas zusammenhängende und an den Wänden aufsteigende Masse leichter wieder auf den Boden der Grube herabfalle. Sehr häufig ist der Grundriß und der horizontale Querschnitt der Grube nicht kreisrund, sondern elliptisch, und es befinden sich in jeder derselben zwei Stampfer, die abwechselnd gehoben werden.

Das Gewicht eines Stampfers ist etwas über einen Centner und die Anzahl der Stöße beträgt in einer Minute 54 bis 60. Es sind die Leistungen der Stampfwerke nicht groß, in einer Grube mit zwei Stampfern von genannter Hubhöhe und Hubzahl lassen sich in zwölf Arbeitsstunden $3^1/_4$ Metzen baierisch.*) Rübsamen zum Pressen vorbereiten. Wegen der geringen Leistung, der sehr geräuschvollen Arbeit, des großen Raumes den das Stampfwerk braucht und der Unterhaltungskosten, ist dasselbe jetzt eine Seltenheit in den neueren Oelmühlen geworden.

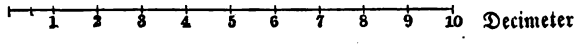
---

*) 1 baierische Metze = nahezu 1848 Kubikzoll Par. = 2071 Kubikzoll preußisch = 0,37 Hectolitre = 37 Litre = 25,62 Maß badisch und schweizerisch.

Das Walzwerk (comprimeur) kann nicht dazu dienen, die Samen zum 46
Auspreſſen vollſtändig vorzubereiten, es wird vielmehr nur durch daſſelbe die Arbeit der Stampfer oder der nachfolgend zu beſchreibenden Vorrichtung erleichtert. Deswegen findet es ſich in jeder gut eingerichteten Oelmühle neben den anderen Zerkleinerungsmaſchinen. Fig. 8 ſtellt die äußere Anſicht eines ſolchen Walzwerks

Fig. 8.

Maßſtab zu Fig. 8 bis 14.



dar, dasjenige in vorliegender Abbildung iſt auf den Betrieb von Hand berechnet, es verſteht ſich jedoch von ſelbſt, daß, anſtatt durch die Kurbel *A*, die Axe *c* auch durch andere Mittel in Bewegung geſetzt werden kann, am hinteren Ende der Axe

i iſt die Kurbel weggelaſſen. Die innere Einrichtung der Maſchine geht aus der Fig. 9, dem Grundriß, Fig. 10, einem Verticaldurchſchnitt nach *V X* des Grundriſſes, Fig. 11, einem anderen verticalen Durchſchnitt nach Linie *T U* des Grundriſſes, und Fig. 12, einem Verticaldurchſchnitt nach der Länge der Axe, und nach *y z* der Fig. 10, hervor.

Auf der Axe *e* ſitzt das Schwungrad *N*, und es befindet ſich auf demſelben ein kleineres Treibrad *H*, welches in das Stirnrad *I* eingreift und dieſes ſammt der auf gleicher Axe ſitzenden gußeiſernen kannelirten Walze *K* in der Richtung des Pfeils, Fig. 11, bewegt. Von dem Zahnrad *I* wird aber gleichzeitig das

Fig. 9.

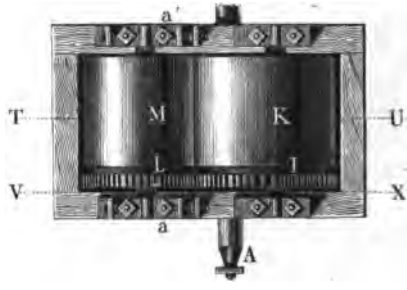


Fig. 10.

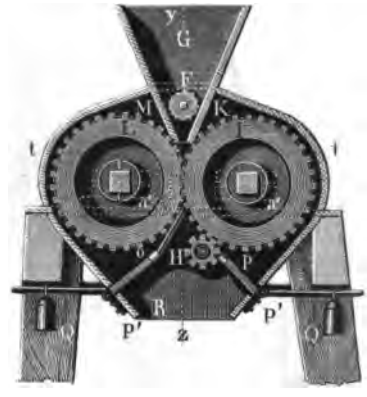


Fig. 11.

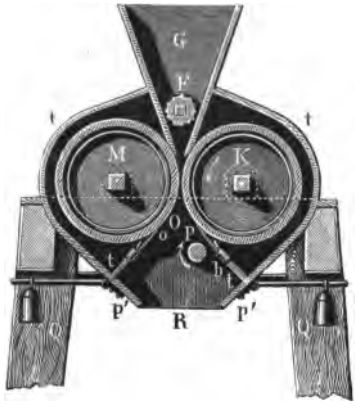
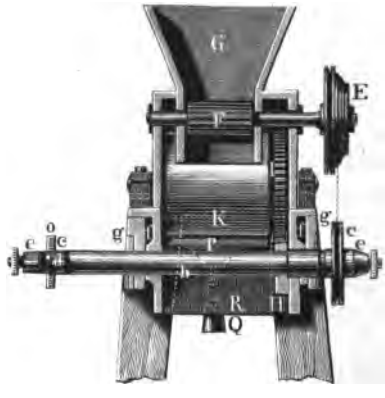


Fig. 12.



Zahnrad *L* und damit die Walze *M* bewegt. Auf der Axe *e* ſitzt eine Schnurrolle *c*, die darüber geſchlagene Schnur bewegt gleichzeitig eine der Rollen *E*, von größerem oder kleinerem Durchmeſſer je nach der gewünſchten Geſchwindigkeit, für den gekerbten Speiſecylinder *F*, der dazu dient, die in den Trichter *G* geſchütteten

Samen gleichmäßig zwischen die Walzen *K* und *M* zu leiten; *o* und *p* sind Schaber, eine Art Schaufeln, die mittelst Stielen und Scharnieren *P* an die nach unten trichterförmig endende Einwandung *tt* der Walzen befestigt und mittelst der Gewichte *Q* an die Cylinder festgedrückt werden. Fig. 13 stellt eines dieser Schabeisen in etwas größerm Maßstab dar. Die Axe des Gußeisencylinders *K* ruht fest, die aber von *M* ist in der horizontalen etwas nach rechts oder links verschiebbar, um zwischen den beiden Quetschcylindern je nach Bedürfniß einen engeren oder weiteren Raum zu lassen. Die Einrichtung zum Verstellen der Pfanne ist in *a*, Fig. 9, angedeutet, zeichnet sich übrigens durch nichts aus von den gewöhnlich gebrauchten Mitteln zu dem gleichen Zweck. Die Walzen sind gußeisern und hohl, die Kannelirungen ziemlich fein. In Fig. 14 ist verdeutlicht, auf welche Weise dieselben auf ihren Axen befestigt sind; *ii* sind die abgedrehten Zapfen der Axe, *k* eine Metallscheibe, die durch den Keil *l* angetrieben wird und den Boden des gußeisernen Cylinders gegen den verstärkenden Ring *j* andrückt. Der andere Boden ist durch die Schrauben *m*, deren Köpfe, nachdem die Schrauben selbst fest angezogen sind, weggenommen werden können, auf der Cylinderfläche befestigt.

Fig. 13.

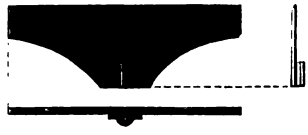
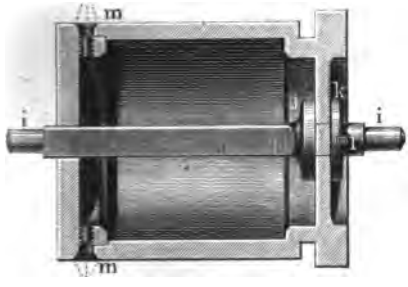


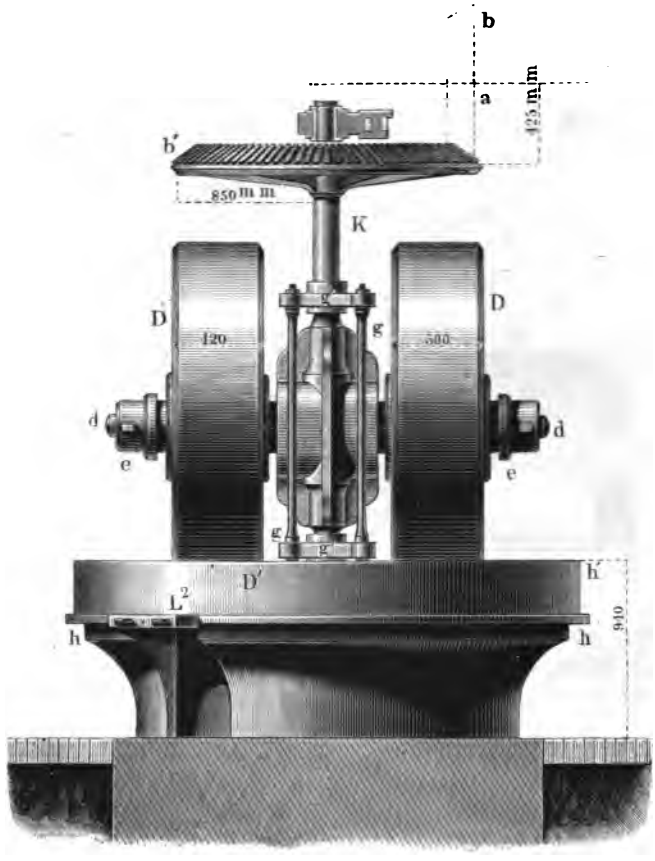
Fig. 14.



Es ist über die zweckmäßigsten Dimensionen der Walzen noch zu sagen, daß die eine entweder von etwas kleinerem Durchmesser genommen wird oder daß dem einen der beiden Zahnräder eine etwas kleinere Zähnezahl gegeben wird, damit die Umdrehungsgeschwindigkeit der beiden Walzen ungleich und dadurch mehr ein Zerreißen als ein Zerdrücken der Samen bewirkt werde. Die passenden Dimensionen der Walzen werden übrigens sehr verschieden angegeben. Der Durchmesser derselben zwischen 5 bis 6 Zoll und 1 Fuß, die Länge von 1 bis 2 Fuß, die Zahl der Umgänge für die Minute zwischen 20 und 100. Mit dem Walzwerk von den in den obigen Zeichnungen gegebenen Verhältnissen können täglich 10 bis 11 baierische Metzen (eine Metze = 0,37 Hectoliter) Samen zerquetscht werden. Das Gestell des Walzwerks ist in dem vorliegenden Stück aus Holz gemacht, es wird indessen jetzt häufiger aus Gußeisen ausgeführt. Früher machte man die Walzen zuweilen aus Stein oder dünnern massiven gußeisernen Walzen, beides hat jetzt den hohlen Gußeisenwalzen von etwas größerem Durchmesser Platz gemacht. Da das Walzwerk weder schwer ist, noch vielen Platz in Anspruch nimmt, kann es leicht überall und bequem auch auf einem oberen Boden so aufgestellt werden, daß das Samenmehl von da in ein zu ebener Erde stehendes Stampf- oder Steinwerk gelangen und weiter verarbeitet werden kann.

47 **Das Steinwerk** (meules verticales) iſt, wie oben ſchon bemerkt, der dem Stampfwerk vorzuziehende Apparat zum vollſtändigen Zerreiben der Oelſamen. Daſſelbe beſteht, wie die Anſicht Fig. 15 es zu erkennen giebt, aus einem gemauerten Fußgeſtell, auf welchem ein ſcheibenförmiger Mühlſtein *D'* ruht, in deſſen Mitte die eiſerne Welle *K* ſteht, welche eine horizontale Axe *d* trägt, an die die beiden verticalen Steinſcheiben *D* befeſtigt ſind. Die Axe *d* dreht ſich nicht um ſich ſelber, ſondern wird nur durch die Axe *K* in der Horizontalebene herumgeführt, die

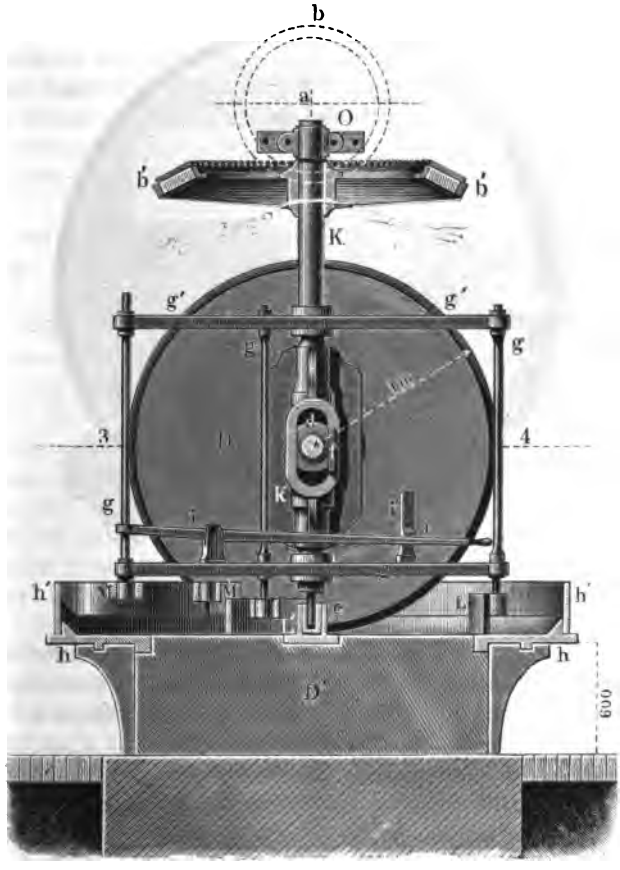
Fig. 15.



Mühlſteine *D* aber machen um die Axe *d* ſowie um die Axe *K* eine Bewegung. Fig. 16 iſt ein verticaler Durchſchnitt durch den Apparat nach der Linie 1 — 2 des Grundriſſes Fig. 17 (a. S. 44). Dieſer iſt durch die Linie 3 — 4 in Fig. 16 gelegt. In dieſem Grundriß ſieht man die gußeiſernen Pfannen *d'*, welche in dem Centrum der Mühlſteinſcheibe *D* mittelſt Kitt und vier Bolzen befeſtigt ſind, dieſe Pfannen ſind kegelförmig und haben auf ihrer Durchbohrung eine Ausweitung, um das Schmieröl für längere Zeit aufzunehmen; auf der einen gegen die Axe *K* gekehrten

Seite haben ſie einen angegoſſenen hervorſpringenden Rand, auf der anderen, der äußeren der Mühlſteine *D*, legt ſich eine Eiſenplatte an dieſelben, ſo daß die Bolzen,

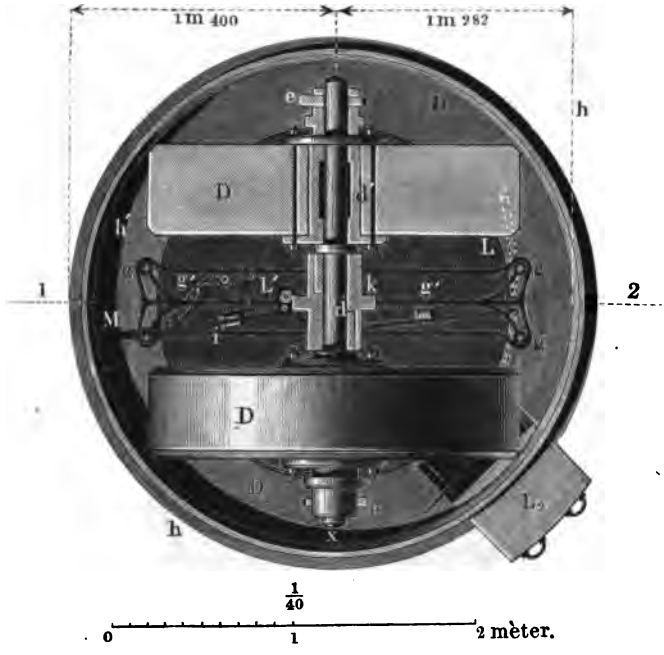
Fig. 16.



welche durch dieſe Platte und den gegenüberliegenden Rand geſchoben und durch Schrauben feſtgehalten ſind, die ganze Pfanne in feſter Lage auf dem Stein erhalten. Auf den Axen *d* ſind ferner Kappen *e* angebracht, die durch Klammern darauf feſtgehalten werden und dazu dienen, daß die Steine ſich nicht nach den Enden der Axe *d* hinbewegen, um dieſelbe aber rotiren können. Die Einrichtung des verticalen Wellbaumes *K* iſt folgende: an ſeinem oberen Ende trägt er das gußeiſerne koniſche Zahnrad *b'* das in den koniſchen Trieb *b* eingreift, der auf der horizontalen Welle *a* ſitzt. Der Durchmeſſer dieſes Rades iſt 1,7 Meter, der des Getriebes halb ſo groß. Die Axe *K* iſt oben durch eine Pfanne, die an einem ſtarken Balken *o* feſtgeſchraubt iſt, feſtgehalten, und läuft unten in einem Lager *c*, das mit Stahl gefüttert iſt. In der ziemlich verſtärkten Mitte des Wellbaumes

K befindet sich ein länglichter Schlitz, durch welchen die Axe *d* hindurchgeht, die an derselben sitzenden Mühlsteine können sich also beliebig heben oder senken, je

Fig. 17.



nach der Dicke der Lage von Samenmehl, die sich unter denselben befindet, und die Axe *d* ist genöthigt, wenn *K* sich um sich selbst dreht, einen Horizontalkreis zu beschreiben und die Mühlsteine werden dieser Bewegung folgen. In dem Schlitz, der sich in der Axe *K* befindet, bringt man bronzene Armirungen *f* an den Stellen an, an welchen die Axe *d* am stärksten angedrückt wird. Der horizontal liegende Bodenstein *D'* ist mit einem kleinen Mauerwerk umgeben, auf welchem der gußeiserne Kranz *h* ruht, der dazu dient, die Fläche, auf welche der Samen aufgeschüttet worden, etwas zu vergrößern; auf diesem gußeisernen Kranz *h* steht ein Ring *h'* aus starkem Eisenblech, einen Rand bildend, damit nicht Samen während der Arbeit in centrifugaler Richtung herumgeworfen werden. Es ist eine weitere Einrichtung an dem Mechanismus bemerkenswerth, von welcher nicht wenig der Effect desselben abhängt. Die beiden Steine *D* sind nämlich nicht gleich weit von der Axe *K* entfernt, dadurch wird, weil ein jeder derselben einen Kreis von anderem Durchmesser beschreibt, die Fläche, welche vom Rand der Steine bestrichen wird, ziemlich größer. Die Bewegung des Samenmehls findet immer etwas nach der Peripherie hin statt, es sind deshalb »Streicher« nöthig, die dasselbe vom Rand *h'* einwärts gegen die Mitte des Bodensteines *D'* führen. Es sind zwei solcher vorhanden, *LL'*. Beide sind von Eisenblech und am einen Ende ziemlich stark, während sie gegen die schlanke Spitze hin dünn werden. Die mit der Spitze nach innen gebogenen Schienen sind befestigt an den vier verticalen Stangen *g*, welche

in den horizontalen, gußeisernen, an der Axe *k* befestigten Kränzen *g'* hängen. Da man diese Spangen *g* auf der Axe *K* etwas auf- oder abwärts schieben kann, so hat man das Mittel in der Hand, die »Streicher« dem Bodenstein näher oder ferner zu stellen.

Ist das Zerdrücken der Samen beendigt, so müssen dieselben von dem Steine herunter geschafft werden; dies geschieht durch Oeffnen eines Schiebers L^2, unter welchem ein Kasten steht, in den das Samenmehl hinabgewischt wird; als Wischer dient eine Schiene *M*, die mittelst des Hebels *i'*, der durch eine Gabel auf der unteren Querspange *g'* festsitzt und von der Klammer *i'* in der Höhe gehalten wird, beim Ausrücken von *i* aus *i'* aber auf die Bodenplatte *D'* wieder angedrückt werden kann.

In dem Grundriß Fig. 17 ist die Form dieses Wischers zu sehen. Ganz ohne Gefahr ist das Auslösen des Wischers nicht, weil es während des Umgehens der Steine geschehen muß, man hat deshalb eine andere Auslösevorrichtung anstatt der beschriebenen an manchen derartigen Mühlen angebracht, deren Spiel durch Schnüre ganz außerhalb der Läufersteine bewirkt wird. Der Durchmesser der Steine des beschriebenen Apparates beträgt 2 Meter*) und die Breite des Randes $^1/_2$ Meter, sie sind aus Granit und ein jeder hat ein Gewicht von 6000 deutschen Zollpfunden. Man läßt die Welle *K* nicht mehr als 18 bis 20 Umdrehungen in der Minute machen. Das Gewicht der beiden Läufer zusammen steigt nicht selten bis zu 15000 Pfd., die Zahl der Umdrehungen in einer Minute aber bleibt oft bei 10 bis 12 stehen. Als die unteren Grenzen des Gewichts eines Läufers möchte 4000 Pfd. zu nehmen sein. Der Durchmesser eines solchen von Haindl in München ausgeführten Steinwerks betrug 5 Fuß 3 Zoll baierisch**), die Dicke 1 Fuß 6 Zoll baierisch, der Durchmesser des Kreises, welchen die Mitten der Läufer beschreiben, 2 Fuß 8 Zoll. Die Anzahl der Revolutionen in der Minute 5 bis 6; über die Leistungen wird unten das Nöthige bemerkt werden.

Auf ein besonderes Verhältniß der Wirkungen des Steinwerkes ist noch aufmerksam zu machen. Der Horizontalkreis, welchen die Mitte des einen der Läufer in dem oben abgebildeten Steinwerk durchläuft, hat einen Durchmesser von 1,2 Meter, der Läufer selbst einen solchen von 4 Meter, und er wälzt sich 18mal in der Minute über den Bodenstein. Da die Anzahl seiner eigenen Revolutionen im umgekehrten Verhältniß der Durchmesser des Bodensteins und des Läufers stehen, betragen diese 10,8 in der Minute und seine peripherische Geschwindigkeit beträgt daher $\frac{2 \times 3{,}1416 \times 10{,}8}{60} = 1^m\ 13$. Wenn dies die peripherische Geschwindigkeit der Mitte der Läuferfläche ist und dessen innerer Rand ein Kreis von 0,7, der äußere aber (da er $^1/_2$ Meter dick ist) einen Kreis von 1,7 Meter beschreibt, so ergeben sich als die mittlere Geschwindigkeit des inneren Randes 0,66 Meter, als die des äußeren 1,60 Meter. Die an den beiden Stellen liegenden Theile sind aber fest mit einander verbunden und es ergiebt sich daraus

*) 1 Meter = 3,0784 Fuß par. = 3,186 Fuß preuß. = 3,333 Fuß bad. und schweiz.

**) 1 Zoll baier. = 0,92991 preuß. = 0,09728 bad. u. schweiz. = 0,2918 Meter.

nothwendig, daß während die Mitte des Läufers rollt, der innere Rand sowohl als der äußere schleifen müssen, da sich beide gleichsam um die untersten Punkte der Mitte der krummen Fläche drehen. Hierdurch werden die Samen nicht sowohl zerdrückt als zerrissen.

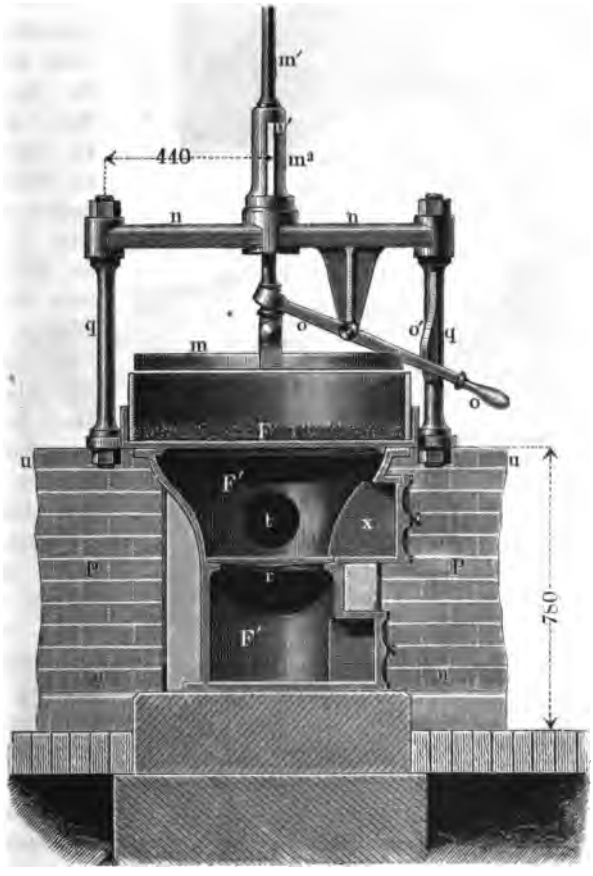
48 **Das Wärmen des Samenmehls** vor dem Pressen wird bei Darstellung von Brennölen wohl überall ohne Ausnahme vorgenommen, bei Speiseölen aber dagegen läßt man dem Wärmen eine Pressung vorangehen, wodurch das geschätztere Product gewonnen wird. Die Erwärmung der zerriebenen Samen gewährt den Vortheil, daß das Oel in denselben dünnflüssiger, daher zum Ausfließen geneigter gemacht wird; es gerinnen ferner die eiweißartigen Bestandtheile der Samen, wodurch die Trennung des Oels von diesen erleichtert wird, dagegen werden auch färbende und kratzend schmeckende Substanzen in dem heißen Oele leichter gelöst und die Farbe sowohl als der Wohlgeschmack des letzteren dadurch etwas beeinträchtigt. Daß das Braunwerden des Samenmehls vermieden werden muß, d. h. daß man nicht bis zum Rösten erhitzen darf, ist von selbst einleuchtend. Man hat in den neuen Oelmühlen vorzüglich zwei Mittel, um diese Gefahr zu umgehen, in Anwendung gebracht. Das erste besteht in einem ununterbrochenen, durch mechanische Einrichtungen bewirkten Umrühren der auf dem Wärmeapparat befindlichen Samen, damit immer neue Partien derselben mit der Heizfläche in Berührung kommen. Das zweite besteht in einer Heizung mittelst Dampf, durch den die Temperatur des Anbrennens der Samen leicht vermieden wird. Dies letzte Mittel möchte da überall mit Vortheil angewendet werden, wo etwa von einem Dampfkessel, der zum Betrieb einer Maschine vorhanden ist, der überflüssige Dampf benutzt werden kann; müssen aber Dämpfe in besonderen Kesseln und durch eigenen Feuerraum erzeugt werden, so neigt sich wohl nach dem Urtheil der erfahrensten Fabrikanten der Vortheil auf die Seite der freien Feuerung. Die zu diesem Zwecke passende Temperatur soll jedenfalls nicht über die Kochhitze des Wassers gehen.

Die älteren, noch jetzt hier und da gebräuchlichen Wärmeapparate bestehen aus einer flachen, über einer Rostfeuerung stehenden Blechpfanne, in welcher die aufgeschütteten Samen mittelst einer kurzen Schaufel von einem Arbeiter herumbewegt werden; der eine der vier Ränder der Pfanne läßt sich wegnehmen, um das Samenmehl, wenn hinlänglich erwärmt, leicht herauswischen und in die Preßsäcke füllen zu können. Eine verbesserte Einrichtung mit mechanischem Rührer ist folgende:

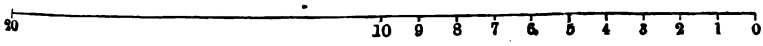
Die Figuren 18 und 20 stellen zwei zu einander rechtwinklige, verticale Durchschnitte dar, Fig. 19 ist ein Grundriß und Fig. 21 ein horizontaler Durchschnitt durch die Ebene 9 — 10, Fig. 20. *F* ist die gußeiserne Wärmeplatte, welche auf *F'* dem ebenfalls gußeisernen, in das Mauerwerk des Heerdes eingesetzten Feuerraum liegt, *r* ist der Rost des Feuerraumes, *x* die Heizthür, *t* das in rechtem Winkel zu ihr stehende gußeiserne Aufsatzstück für Abzug des Rauches, *P* ist ein horizontaler, gemauerter Canal, der den Rauch mehrer neben einander aufgestellten Wärmeöfen aufnimmt und zu dem Hauptkamin führt. Auf der Heerdplatte *F* steht der runde Kranz aus starkem Eisenblech, der an seiner vorderen Seite den Griff *p* trägt. Nach der vorderen Seite des Heerdes hin steht die Heerdplatte *l* über das Mauer-

werk hervor, dieselbe ist dort durchbrochen und in der Oeffnung ist ein Fachwerk angebracht, in welchem die Blechtrichter l' l' hängen; diese haben Häkchen c',

Fig 18.



Maßstab für die Figuren 18 bis 23.



Decimeter.

Fig. 22, an welchen die Preßsäcke S angehängt werden. Sobald die Erwärmung des Samenmehls vollständig genug erfolgt ist, faßt ein Arbeiter den Kranz F'' an dem Handgriff p und zieht ihn nach vorn gegen die Trichter l' hin, das Samenmehl wird dadurch in dieselben hinabgeschüttet. Die Platte F hat nach der vorderen Seite hin Ränder, zwischen welchen der Kranz F'' beim Aus- oder Ein-

ſchieben gleitet. Der Rührapparat iſt folgender: m' iſt eine verticale Eiſenſtange, die an ihrem oberen Ende ein koniſches Getriebe hat, mittelſt deſſen ſie durch ein anderes an einer horizontalen Welle ſitzendes koniſches Zahnrädchen um ſich ſelbſt gedreht wird. An ihrem unteren Ende iſt ſie durch die Hülſe m^3 mit der Stange m^2 verbunden und an letzterer iſt das über die Platte F gleitende Rührſcheit m befeſtigt. Es muß natürlicherweiſe eine Vorrichtung angebracht ſein, vermöge deren das Rührſcheit m über den oberen Rand des Ringes F geſchoben werden kann, wenn man letzteren von ſeiner Stelle, wegſchieben will; deshalb iſt die Stange, in welcher der Rührer hängt, in drei Theile getheilt, m' der obere und m^2 der untere Theil ſind mit einander verbunden durch die Hülſe m^3. Dieſe hat einen Schlitz der Länge nach und an ihrem unteren Ende einen Einſchnitt, in den ſich der am oberen Ende der Stange m^2 befindliche Querbolzen einlegt, ſobald die Stange ihren tiefſten Stand einnimmt.

Fig. 19.

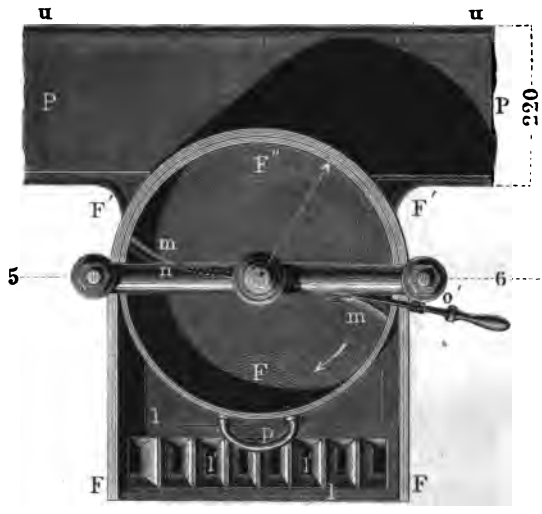


Fig. 21.

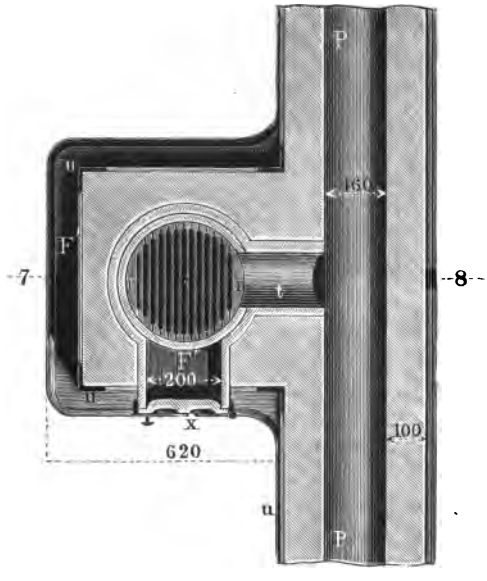


Fig. 20.

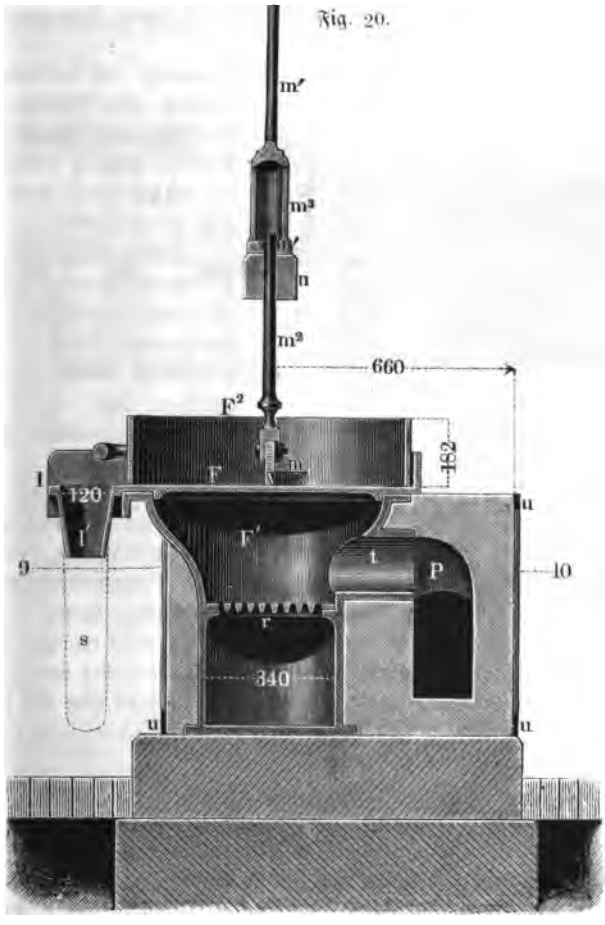
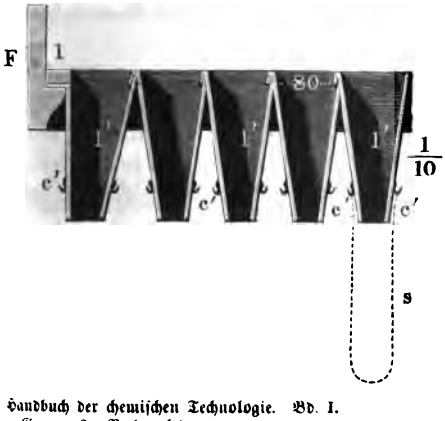


Fig. 22.



Man kann dieselbe mittelst des zweiarmigen Hebels oo', der an dem Gestell qn befestigt ist, aufheben oder herabsenken. Liegt der Bolz n' in dem Falz am unteren Ende der Hülse m^3, so wird dadurch die Stange m^2 mit in die drehende Bewegung der Stange m' hineingezogen. Hat man aber erstere in die Höhe gehoben, so bewegt sich die Stange m' und die Hülse m^3, ohne daß sich m^2 drehen muß. Es kann also durch den Hebel o der Rührer m gehoben und still ge-

stellt werden, ohne daß der obere Theil der Stange in seiner Bewegung gehemmt wird.

Ein für Dampfheizung eingerichteter Wärmeapparat, an welchem die Vorrichtung zum Rühren und zum Einfüllen des Samenmehls in die Preßtücher ganz dieselbe ist wie die beschriebene, findet sich in Fig. 23 dargestellt.

Fig. 23.

Unter der gußeisernen Platte F befindet sich ein an dieselbe dichtschließend angelegtes kreisrundes, tellerförmiges Stück G, in dessen gewölbtem Boden zwei Röhren eingesetzt sind, v für das Einleiten des Dampfes und v' für das Abfließen des Condensationswassers und Austreten des nicht condensirten Dampfes.

49 **Das Auspressen** des zerriebenen und erwärmten Samens erfolgt mit Hülfe sehr verschiedener Einrichtungen. Man hat unter denselben namentlich die holländische Keilpresse und hydraulische Pressen von sehr verschiedener Bauart hervorzuheben; die Schraubenpresse ist, obwohl einzelne Constructionen in Bezug auf die Dienstleistungen sehr gerühmt werden, jetzt wenig mehr im Gebrauch. Zur Beurtheilung der Leistungsfähigkeit der einen oder andern Art von Pressen sind mehrere Momente maßgebend, und die Sache steht vielleicht trotz des Ueberhandnehmens der hydraulischen Pressen noch heute so, daß den einen wie den anderen gewisse Vorzüge zuerkannt werden müssen.

50 **Die Keilpresse.** Dieselbe besteht wesentlich aus zwei Theilen: 1. Dem Preßtrog, der entweder aus einem horizontalliegenden massiven Holzklotz besteht, in welchem Vertiefungen für Aufnahme des in Tücher geschlagenen Samenmehls und der Keile, die den unmittelbaren Druck darauf auszuüben haben, ausgemeißelt sind, oder aus Gußeisen dargestellt ist. 2. Dem Schlagwerk, das sind senkrecht bewegbare Holzpflöcke, die, von einer Daumenwelle gehoben, beim Niederfallen auf die Rücken der Keile wirken.

Fig. 24 ist eine Vorderansicht, Fig. 25 eine Seitenansicht und Fig. 26 ein Grundriß einer verbesserten Keilpresse nebst einem im Metermaß gegebenen Maßstab. AA die hölzernen Gerüstsäulen, B die Scheidelatten, die zur Verticallenkung der Stößel oder Schießer C und D dienen, aa sind die Vorsprünge an den letzteren, die sogenannten Hebeladen, unter welche die Arme E der Welle F bei der Umdrehung der letzteren eingreifen, um sie und damit die Stampfer CD zu heben. Die Arme E vertreten die Daumen einer gewöhnlichen Daumenwelle und sind vorn mit Frictionsrollen bb versehen, um zu große Reibung und Abnutzung zu vermeiden. Es sind in Fig. 24 zwei Preßtröge GG angegeben und über jedem hängen zwei Stampfer C und D. Diese kommen jedoch nur so zur Thätigkeit, daß die DD stillstehen, während die CC arbeiten und umgekehrt. Um die

einen wie die anderen abzuſtellen, d. h. außer den Angriff der Arme *E* bringen zu

Fig. 24.

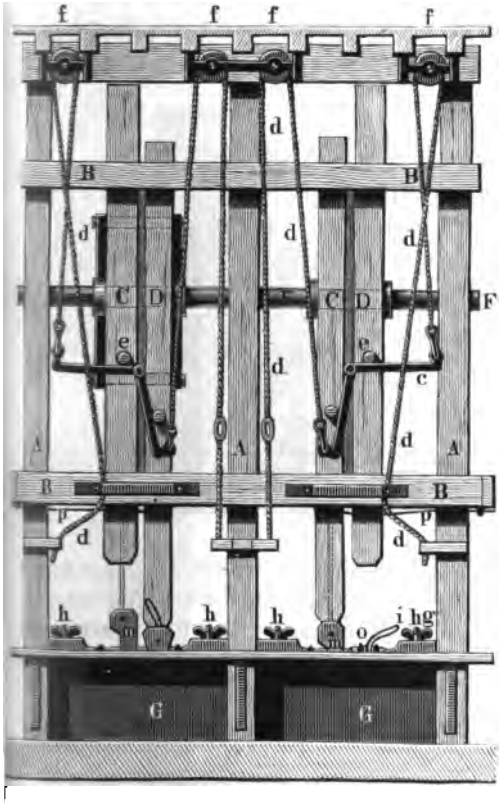
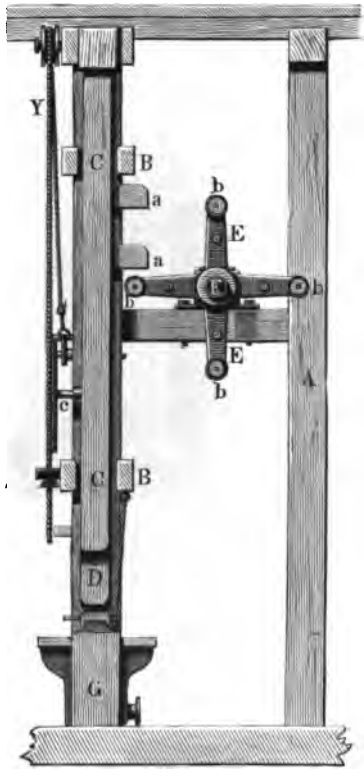


Fig. 25.



Maßſtab für die Figuren 24 bis 26.

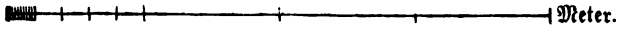
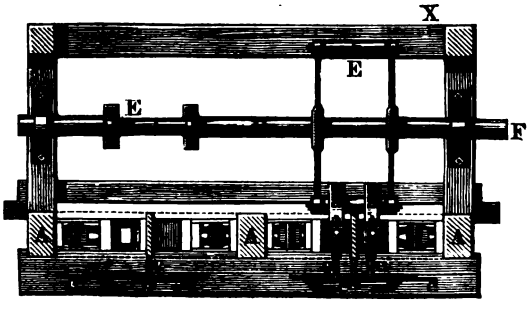


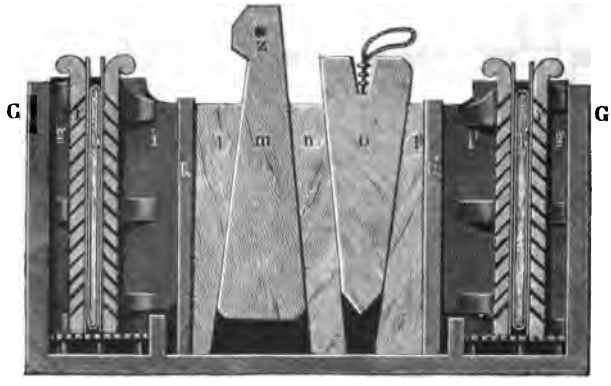
Fig. 26.



können, dienen die Winkelhebel *cc* mit den über die Rollen *ff* gehenden Schnüren *dd*. Ein jeder der Stößel hat einen Bolz *e*, unter welchen der Hebel *c*, je nachdem der rechte oder linke Arm gehoben wird, greift und dadurch bewirkt, daß die Hebelade deſſelben in eine höhere Lage kommt,

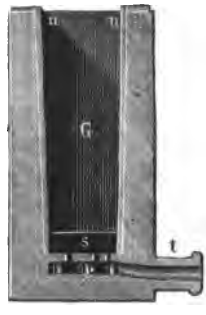
worin ſie von dem Daumen *E* nicht erreicht werden kann. Der Preßtrog *G G* beſteht in der vorliegenden Preſſe aus Gußeiſen, *m* und *o* ſind die Keile darin, auf welche die Stößel *C* und *D* wirken. Dieſe ſowie die durch deren Bewegung zuſammengedrückten einzelnen Stücke, die ſich in dem Troge befinden, werden deutlich aus Fig. 27, einem verticalen Durchſchnitt durch einen der beiden Preßtröge

Fig. 27.



G. Dieſe Figur ſowie die nachfolgenden, in welchen die einzeln Theile der Keilpreſſe dargeſtellt ſind, iſt nach einem dreifach größeren Maßſtab als die Figuren 24 bis 26 gezeichnet. In dem Preßtrog *G* befinden ſich zwei Partien Oelſamen zum Auspreſſen und zwei dieſen entſprechende Siebboden, Sammler und Abzugsröhren *uu* und *tt*, Fig. 28, welche einen verticalen Durchſchnitt nach der Quere des Preßtrogs, und Fig. 29, die einen Grundriß deſſelben vorſtellt; die Preßſäcke, d. h. die Tücher, worin die Samen eingeſchlagen ſind und von deren Einrichtung unten näher die Rede ſein wird, ſind in *hh'* dargeſtellt; dieſe ſind eingelegt zwiſchen die gußeiſernen Stücke *gg'*, die feſtſtehen und ſich an die äußere Wand des Preßtrogs anlegen, die ſogenannten Stirnplatten, und *i i'*, bewegliche, gußeiſerne Stücke, die ſogenannten Jager, die ſich bei erfolgendem Schlag auf die Keile *o* den Stirnplatten nähern. Die Einrichtung der Stirnplatte *g* geht deutlicher hervor aus den Figuren: Fig. 30 Vorderanſicht, Fig. 31 Seitenanſicht, Fig. 32 Durchſchnitt, Fig. 33 obere Anſicht, Fig. 34 Durchſchnitt nach *yy* in Fig. 30. Die Einrichtung des Jagers *i* iſt beſſer erſichtlich aus Fig. 35, deſſen Vorderanſicht, Fig. 36 Seitenanſicht, Fig. 37 Durchſchnitt, Fig. 38 obere Anſicht, Fig. 39 horizontaler Durchſchnitt nach *x x* in Fig. 35. Alle Theile in der Mitte des Preßtrogs, die dazu beſtimmt ſind, theils die beiden Jager auseinanderzutreiben, theils das Auseinandernehmen aller der Stücke zu ermöglichen, ſind aus hartem Weißbuchenholz. Ihre Namen und Dienſte ſind fol-

Fig. 28.



gende: *k k'* heißen die Futter, *l l'* die Spunde, *o* der Preßkeil, *m* der Lösekeil und *n* das zwischen beide eingelegte sogenannte Kreuz. Der Lösekeil steht unter dem Stößel *C*; während die Stößel *D* auf den Preßkeil *o* einwirken und ihn abwärts treiben, ist *m* durch eine Schnur und die hölzerne Feder *p* (Fig. 24) an dem durch

Fig. 29.

Fig. 30. 31. 32. Fig. 35. Fig. 36. Fig. 37.

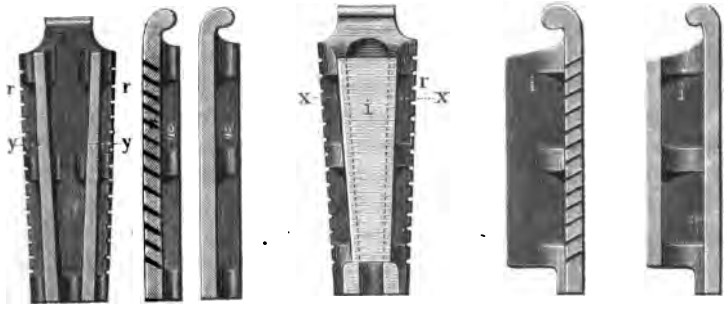


Fig. 33. Fig. 34. Fig. 38. Fig. 39.

seinen Kopf gesteckten Stifte *z* festgehalten. Der durchlöcherte Boden *S* in den Trägern steht auf niedrigen Füßen etwas über der Ausflußmündung *t*. Die Art wie der Apparat in Gang gesetzt wird, ist folgender: Zuerst wird das Samenmehl in den Preßbeutel oder das Preßtuch geschlagen, dieses zwischen den Jager und die Stirnplatte *g* und *i* gelegt, dann die übrigen Holztheile in den Trog gestellt und zuletzt der Preßkeil *o* eingesetzt. Das Lösen des Stampfers *D* darf nicht ganz plötzlich geschehen, man läßt ihn vielmehr langsam bis auf die Frictionsrolle *b* eines der Arme *E* herab, um dieser nicht durch heftigen Stoß zu schaden. Die gleiche Vorsicht ist anzurathen beim Einstellen des Stampfers *D* und Auslösen des Stampfers *C*. Sobald dieser den Lösekeil *m* getroffen, wird der Preßkeil *o* locker und kann herausgenommen werden. Der Lösekeil aber begiebt sich vermöge der hebenden Kraft der Feder *p* an seine vorige Stelle.

Es erfolgen immer zwei Pressungen und zwischen denselben eine zweitmalige

Erwärmung. Die erste Pressung nennt man Vorschlag, die zweite Nachschlag, für erstere werden gewöhnlich nur 10 bis 12 Hube, für letztere aber 36 bis 40 Hube des Stampfers *D* gebraucht.

51 **Die Umhüllung des Samenmehls** wird auf verschiedene Art bewerkstelligt. Bei der Beschreibung des Wärmeofens ist darauf hingewiesen, daß hierzu Säcke oder Beutel dienen, die an die Blechtrichter vor der Wärmeplatte angehängt werden. Diese Verpackungsart ist die in Holland gebräuchliche. Die Preßbeutel sind von festem Wollen- oder von Pferdehaargewebe gemacht und haben einen über die Oeffnung zuschlagenden Deckel. Die Säcke werden aber, ehe sie in die Presse kommen, noch in besondere Gurte aus Leder oder Pferdehaargewebe eingeschlagen. Etwas bequemer zum Herausnehmen der nach dem Pressen in einer Masse zusammenhängenden Samen (der Oelkuchen) ist die sogenannte deutsche Verpackungsart, wobei nur viereckige Tücher aus Schnüren von Pferdehaar dienen, die man auf einem Tische ausbreitet und in deren Mitte man die Samen schüttet und durch Umschlagen der Zipfel einhüllt. Diese Säcke legt man in die hölzernen oder eisernen Formen, die in die Presse eingesetzt werden.

Man hat übrigens anstatt der Umhüllung von Rindsleder oder Haartuch, wie sie bei der holländischen Verpackungsart nothwendig werden, auch durchlöcherte Eisenplatten zu benutzen angefangen. Diese haben oben eine Handhabe und seitlich eine Lederklappe, mittelst deren der Preßbeutel festgehalten wird. Der Jager und die Stirnplatte sind auf der gegen den Preßsack gekehrten Seite gefurcht, damit das Oel, durch die Löcher der Platte dringend, längs der Furchen ablaufen kann. Ein doppelter Vortheil ergiebt sich aus der Anwendung dieser Platten, daß die, sehr häufigen Reparaturen und Erneuerungen unterliegenden, theueren härenen Umschlagetücher erspart werden (man braucht deren bei ununterbrochenem Betriebe alle drei Monate neue, das Paar im Preise zu 9 Thaler) und daß das Oel schneller abläuft; anstatt nämlich, wie früher geschah, zur Vollendung einer Pressung 40 bis 42 Schläge nöthig zu haben, braucht man bei Anwendung der gelöcherten Eisenplatte nunmehr nur noch 25 bis 32 Schläge. Die Beutel werden zwar bei Anwendung von Umschlagetüchern mehr geschont, durch sorgfältige Darstellung der Eisenplatten läßt sich aber auch dieser Nachtheil beträchtlich vermindern, immerhin ist er weit geringer, als die Mehrkosten für die Umhüllung betragen.

52 **Die hydraulischen Pressen** sind entweder stehende, in der Art, wie die hydraulische Packpresse, eine Construction, die wir unten im Abschnitte von der Stearinsäurefabrikation treffen werden, oder in neuerer Zeit liegende, d. h. bei welchen der Preßcylinder horizontal, die zu pressenden Flächen aber, also die Preßbeutel, vertical angebracht sind. Die ersteren bieten den Vortheil leichterer Verpackung, das ist Aufschichtung der Preßdeckel und der Substanzen, die man auspressen will; bei den letzteren dagegen ist das Abfließen und Sammeln der abgepreßten Flüssigkeit wesentlich erleichtert. Wir werden ferner eine Construction, die in neuester Zeit ziemlich häufig in Oelmühlen eingeführt wurde, unten beschreiben, welche die Vortheile der beiden genannten Constructionsarten verei-

Fig 44

nigt. Man hat ferner zu unterscheiden, Oelpressen für kalte Pressung und solche, die ein gleichzeitiges Erwärmen der ölgebenden Substanz zulassen.

Die liegende hydraulische Presse. Das von einem Walzwerke und 53
einem Steinwerke gelieferte Product ist, ununterbrochenen Betrieb (und das heißt doch nur die vollständige Benutzung der zu Gebot stehenden Dampf- oder Wasserkraft) vorausgesetzt, zu groß, als daß es von einer einzigen hydraulischen Presse, auch einer von großen Dimensionen, könnte verarbeitet werden. Es wird die Preßarbeit, wie bei der Keilpresse bemerkt worden, zwei Mal nothwendig, was natürlich viele Zeit in Anspruch nimmt. Zeitraubend ist ferner das Wärmen und das Verpacken des Samenmehls, und es tritt während dieses Geschäfts allzuhäufig ein nothwendiger Stillstand der Arbeit ein, wenn nur eine Presse da ist. Aus diesem Grunde ist man auf die Anschaffung mehrerer Pressen angewiesen. Deshalb ist es nun vollkommen begreiflich, daß man sich bemühte, Pressen zu construiren, die, abwechselnd zur Wirkung kommend, von einem gemeinschaftlichen Pumpwerk bedient werden, und dadurch sowohl an Raum als Herstellungskosten zu sparen.

Die Abbildungen Fig. 40 bis 44 stellen ein System gekoppelter Doppelpressen, das aus eigentlich vier Preßapparaten besteht, dar. Fig. 40 ist die eine Hälfte, ein verticaler Durchschnitt (nach der Linie 1 bis 2, Fig. 41), die andere Hälfte eine Seitenansicht. Fig. 41 ist zum Theil das Bild der vier Pressen, von oben gesehen, sowohl im beladenen als leeren Zustande und in verschiedener Stellung der Preßplatten, zum Theil ein horizontaler Durchschnitt (nach der Linie 3 bis 4, Fig. 40).

Die Fig. 42 stellt zwei senkrechte Querschnitte (nach den Linien 5 bis 6 und 7 bis 8 in Fig. 41) dar; Fig. 43 ist die Vorderansicht und Fig. 44 der vergrößerte Querschnitt des Hahns *H*, der in den Fig. 40, 41 und 43 ersichtlich ist.

Da jede der Abtheilungen der beiden Doppelpressen ganz gleich beschaffen ist, bedarf es nur der Beschreibung einer einzelnen derselben; es versteht sich demnach von selbst, daß die in einer Abtheilung durch Durchschnitte bloßgelegten Theile ganz eben so in jeder anderen vorkommen.

AA sind die vier hohlen, gußeisernen Cylinder, in welchen die bronzenen Kolben *BB* sich bewegen; an letzteren sind befestigt die trapezförmigen gußeisernen Preßplatten *CC*. *ff* und *f'f'* sind zwei Paar Eisenstangen, die oben und unten in die Preßplatten *CC* durch Querriegel eingefugt sind. Die Querriegel *gg* oben sind etwas breiter, als die Preßplatten, so daß sie auf dem Rande der gußeisernen Seitenwände *DD* ruhen und bei der Vor- und Rückwärtsbewegung der Preßplatten zur Horizontalführung des Kolbens *B* in dem Cylinder und der Stopfbüchse beitragen; durch diese Verbindung der beiden Kolben wird ein wesentlicher Vortheil erreicht, daß nämlich der auf der rechten Seite sich von selbst nach vollendeter Pressung zurückzieht, wenn der auf der linken Seite vorwärts dringt und so umgekehrt. *EE* sind starke gußeiserne, runde Platten, die Köpfe der Presse, an die sich die Seitenwände *D* anlegen und die dem Druck der Preßplatten *CC* vollständig Widerstand leisten müssen. Diese Kopfplatten *EE* sind durch vier starke Bindestangen *FF* mit einander verbunden. Jede dieser Stangen ist

aus nur einem Stück, und geht durch die ganze Länge zweier Pressen. Die Art der Befestigung ist folgende: die Gußcylinder *A A* haben breite Kränze *a* an ihrem unteren Ende, die mit denselben aus einem Stücke gegossen sind und die nämliche Größe wie die Kopfstücke *E* haben, jede vier Einschnitte am Rande, die als Lager für die Bindestangen *F F* dienen. Letztere werden also nicht durch kreisrunde Oeffnungen hindurch gesteckt und oben und unten mit Schraubenmuttern oder Riegeln befestigt, sondern in diese Lager eingelegt. Die Bindestangen haben an ihren Enden starke Köpfe, und da, wo sie durch die Kränze *a a* hindurchgehen, Verstärkungen. Mittelst dieser Knöpfe, die sich an die Kopfplatte *E* und der Verstärkungen, die sich an die Kränze *a a* andrücken, werden die Kopfplatten festgehalten und bieten auf diese Art außerordentlich großen Widerstand gegen den Druck der Kolben.

Damit aber die Stangen *F F* festliegen, sind Ausfüllstücke vorhanden, mittelst deren die Platte *E E* wie die Ansätze *a a* zu kreisrunden Scheiben ergänzt werden. Ueber die ganze Peripherie aber sind, ähnlich wie ein Radreif, Ringe *b b* geschlagen, die alle die Stücke fest zusammenhalten. Die Seitenwände *D* werden mit den Kopfstücken *E* noch außerdem fest zusammengehalten dadurch, daß erstere oben und unten in einen breiten, flachen Rand endigen, durch den Stangen gesteckt sind, die an ihren Enden mit Schrauben versehen sind und mittelst der Muttern *c c* die hohlen Seitenwände *D D* an den Kopfstücken *E E* fest anziehen. Diese rippenartigen Ränder *d d* in den Seitenwänden *D D* dienen vermöge ihrer Form ferner noch als Lager für die Bindestangen *F F*, die mittelst der Bänder *m m* an die Rippen angedrückt werden. Die Wasserzufuhr zu dem Cylinder *A A* erfolgt durch den Hahn *H*, der sich über jedem Paare der Cylinder *A* befindet. Es ist ein sogenannter Vierwegehahn; Fig. 44 giebt einen horizontalen Durchschnitt durch die Canäle desselben. Das Zuflußrohr steht mit den Injectionspumpen in Verbindung, während das Rohr *j'* für in den Cylindern *A* befindliches Wasser den Ausweg giebt, *i* ist der Griff der Lilie, an dem eine dreieckige Scheibe sitzt, die die Weite der Bahn beim Oeffnen und Schließen des Hahns regelt. Es ist aus Fig. 44 ersichtlich, daß eine Drehung der Lilie um 90° den Zutritt des Wassers aus *j* sowohl nach dem einen wie nach dem andern der Cylinder *A A* durch die Canäle *h h* und eben so abwechselnd den Ausfluß des Wassers von *A* durch *j* ermöglicht. Da natürlich der Druck der Pumpe auch auf die konische Lilie des Hahns wirkt und diese leicht herausgehoben werden könnte, ist über demselben eine Platte angebracht, in der eine Schraube *k* sitzt, die auf die Lilie drückt. Die Reibung der Lilie an dieser Schraube würde das Drehen der ersteren mittelst des Hebels allzusehr erschweren, wenn nicht durch den Griff *k'* die Möglichkeit geboten wäre, die Schraube *k* zu lockern. Der Arbeiter löst also, wenn er eine andere Stellung des Hahns hervorbringen will, zuerst die Schraube *k*, dann dreht er *i* um 90° und zieht zuletzt *k'* wieder fest an. Ehe wir die Einrichtung der Injectionspumpe selbst besprechen, ist an der Presse noch der Oelsammler und die Erwärmungsvorrichtung zu beschreiben. Unter den Seitenwänden *D* sind gußeiserne Becken *K* mit trichterförmiger Mündung angehängt, diese leiten das ablaufende Oel in den Trichter *p* und von da in eine Cysterne. Die Erwärmung des Körpers der Presse geschieht durch die Dampf-

röhren *II* und *II*. Man kann durch passende Stellung des Hahns *n* zu einer jeden der Pressen Dampf zulassen oder ihn absperren. Die Röhren *II* und *II*, die ersteren oben, die anderen unten, sind auf ganz gleiche Weise mit den Kopfplatten *E* der Pressen in Verbindung gesetzt. Letztere haben Ansätze *l*, deren Durchbohrung bis in die Mitte des gußeisernen Körpers *E* reicht. Dort befinden sich halbkreisförmige Canäle *l' l'*, deren Mündung auf der inneren Seite der Kopfplatte *EE*, rechts und links von dem Preßtroge, in dem die Preßbeutel u. s. w. hängen, steht. Die Seitenwände *DD* sind nämlich hohle gußeiserne Stücke, deren innere Seite eben und glatt ist, während die äußere ungefähr einen Viertheil eines Cylinders darstellt. Der Zwischenraum zwischen der flachen inneren und der gewölbten äußeren Wand ist hohl, und die Durchbohrungen *e e* in den Kopfplatten *EE* correspondiren mit diesem Hohlraum, so daß der Dampf, aus *II* durch *e e* einströmend, längs der Wände *D* wärmend wirken kann. Das Condensationswasser und der überschüssige Dampf entweichen durch ähnliche, nur tiefer unten liegende Canäle *e e* in die Röhren *II*.

Es kommt häufiger vor, daß die Dichtung zwischen den Seitenstücken *D* des Preßtrogs und den Kopfstücken *EE* erneuert werden muß, dies muß natürlicherweise geschehen können, ohne daß man andere Theile der Presse außer Ordnung bringt. Man entfernt zuerst das Sammelbecken *K*, dann öffnet man die Schraube *c c*, mittelst deren die Stücke *D* an den Kopfplatten *E* durch Stangen festgehalten sind, man nimmt alsdann die Ausfüllungsstücke *m* hinweg, durch die die Lager der Bindestangen *F* auf den Rippen *d* geschlossen sind, und kann nun das Seitenstück *D* oben nach innen drehen und senkrecht herausnehmen. Zwischen *E* und *D* werden Pappscheiben eingelegt, daß weder die Dämpfe dort entweichen, noch Oel in das Innere der Stücke *D* eindringen kann.

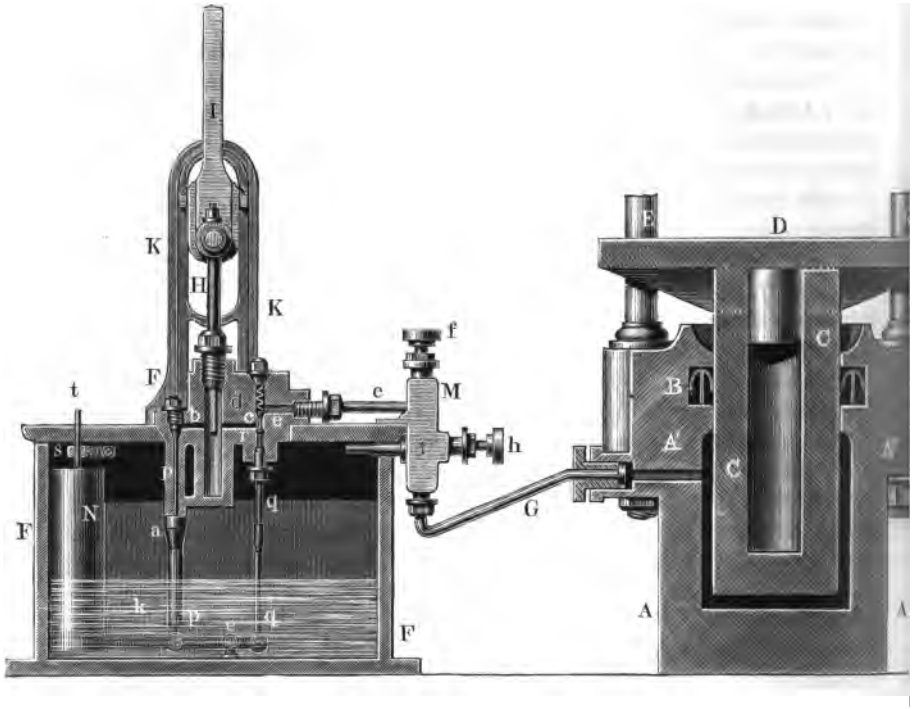
Die Bedienung der Pressen ist in folgender Art bestellt: Ein Arbeiter hat je zwei mit dem Boden des Preßcylinders einander zugekehrte Pressen zu bedienen. Es steht also rechts und links auf den Langseiten der Pressen ein Arbeiter. Dieser erhält den schon in Säcke gefüllten Samen von dem Wärmeapparat, die beiden Doppelpressen haben eine Holzkleidung *g g*; *q q* sind horizontale Holztafeln, die in der Ebene des oberen Randes der Seitenwände *D* angebracht sind und tischartig vor den Cylindern *A* und den Preßtrögen liegen. Diese sind mit dem Rande *q' q'* versehen. Auf diese Tafeln legt der Arbeiter die Preßbeutel und drückt dieselben mit dem Vorderarme etwas flach. Er hängt sie alsdann, einen von dem andern durch 8 Millimeter (ungefähr 3 Linien) dicke Eisenbleche *z* (deren Form aus Fig. 42 ersichtlich ist) getrennt, in den Preßtrog zwischen die Seitenwände *D*. Die Injectionspumpen arbeiten ununterbrochen, es kommt daher nur auf die Stellung des Hahns *H* an, um denjenigen der Kolben *B*, der in Wirksamkeit treten soll, in Bewegung zu setzen.

Während der eine Kolben *B* vorwärts geht, zieht sich der andere, wie schon bemerkt, zurück, und es kann, während z. B. rechts die Pressung stattfindet, links die Presse entleert werden.

Im vorliegenden Falle und überall, wo die Bewegung der Injectionspumpe nicht von Menschenhand geschieht, welche bei zu groß gewordenem Widerstande die Arbeit einstellt, muß ein Mechanismus vorhanden sein, der selbstthätig die

Einwirkung der bewegenden Elementarkraft auf die Kolben abſtellt, wenn Gefahr entſteht, daß wegen allzugroßen Widerſtands einzelne Maſchinentheile zerbrechen. Es iſt ferner, namentlich bei Preſſen, die durch Elementarkraft betrieben werden, von Wichtigkeit, daß der mit der Dauer des Preſſens zunehmende Widerſtand durch eine möglichſt gleichbleibende Kraft überwunden werde. Welche Einrichtungen an den Injectionspumpen angebracht ſind, um den erſten Erforderniſſen zu genügen, geht aus Fig. 45, dem ſenkrechten Durchſchnitt durch eine Pumpe

Fig. 45.



und den Druckcylinder und die Druckplatte einer ſtehenden hydrauliſchen Preſſe, hervor; *I* iſt die an ihrem obern, in der Abbildung nicht aufgenommenen Ende mit einem Excentricum in Verbindung ſtehende Kurbelſtange der Kolbenſtange *H*, die mittelſt eines Charniers und einer Rolle innerhalb des geſchlitzten Geſtelles *K* ſenkrecht geführt wird. *a* iſt der Saugkolben, *b* das Saugventil, ſich hebend, wenn der Druckkolben *d* aufwärts geht, *c* das Sperrventil, das ſich beim Abwärtsbewegen des Kolbens *d* hebt, um dem Waſſer den Durchgang nach *e* durch *M* nach *G* und in dem Preßcylinder *A* mit der Liderung *B* zu gewähren. Die Communication von *e* und *G* kann dadurch unterbrochen werden, daß man die Stellſchraube *f*, welche eine ziemlich lange Spindel hat, herabläßt; es kann dagegen zwiſchen *i* und *G* der Durchgang dadurch hergeſtellt werden, daß man die

Stellschraube *h* aufdreht. In dem gußeisernen massiven Stück *M* sind zwei horizontale Canäle, ein oberer und ein unterer, und eine verticale Durchbohrung angebracht. Soll die Presse in Gang gesetzt werden, so wird *e* geöffnet und *i* geschlossen; nach dem Aufhören des Pressens aber, wenn *C* zurückgehen soll, wird *e* geschlossen und *i* geöffnet. Der Sicherheitsapparat, vermöge dessen das Vorwärtsrücken des Kolbens *C* bei zu groß gewordenem Widerstande abgestellt wird, ist folgender: *k* ist ein horizontaler, im Wasserkasten liegender Hebel, dessen Drehungspunkt *e* ist, an der einen Seite ist auf demselben eine Stange *t* angebracht, die in der Führung *S* läuft und als Axe für einen Aufsatz geschlitzter Gewichte *N* dient. An dem andern viel kürzern Hebelarme ist *q*, ebenfalls eine verticale Stange, angebracht. Diese drückt nach oben gegen *d* einen kleinen Kolben *r*, die Oeffnung bei *r* wird also so lange geschlossen erhalten, als der Druck darauf von oben nicht größer ist, als dem statischen Momente aus dem Gewichte *N* und dem längern Hebelarm *H* entspricht. Sobald aber der von dem Triebkolben *C* rückwärts auf das Sperrventil *c* ausgeübte Druck größer ist, als der durch das genannte statische Moment von unten auf *r* ausgeübte, wird durch das von dem Druckkolben *d* gegen diese beiden Ventile gepreßte Wasser nicht mehr *c* heben, sondern *r* herabdrücken; geschieht dies, so wird eine andere auf *k* aufsitzende verticale Stange *p*, die durch das Saugrohr *u* gesteckt ist, etwas gehoben, ihr oberster Theil reicht in der gewöhnlichen Stellung der Presse beinahe an das Saugventil *b*, mit der Senkung von *q* steigt aber *p* um so viel, daß das Saugventil *b* gehoben wird. Der unmittelbare Erfolg hiervon ist dann, daß das aus *F* angesogene Wasser beim Niedergange des Druckkolbens *d* wieder durch das Rohr *u* zurückgepreßt wird.

Was in der vorliegenden Construction durch Gewichte erreicht ist, wird in anderen durch Federkraft bewirkt. Die andere Absicht, die Kraft der Pumpe zu erhöhen, wenn der Widerstand auf den Preßkolben größer geworden ist, läßt sich durch Anwendung mehrerer Druckkolben von verschiedenem Durchmesser erreichen. Es giebt Constructionen, bei welchen sich zwei oder drei Druckkolben in zwei bis drei verschiedenen Cylindern bewegen, so daß man den ersten abstellen und den zweiten in Thätigkeit versetzen kann u. s. f., oder es ist nur ein Cylinder vorhanden, dagegen sind Kolben von verschiedenem großen Querschnitt darin angebracht. Dies letztere Princip ist das in den Fig. 46 bis 53 dargestellte. *A* ist der Cylinder für den Druckkolben, *BC*, *D* das Saugventil (das der Erleichterung von Reparaturen wegen zweckmäßiger seitlich, als gerade unter dem Druckkolben, wie es gewöhnlich geschieht, angebracht ist), *E* das Verbindungsrohr zwischen dem Preßcylinder und der Pumpe, *F* das Sperrventil. Man sieht aus dem vorliegenden Querschnitt, daß der Druckkolben aus zwei Theilen, dem massiven Cylinder *C* und dem starken Hohlcylinder *B*, besteht. Ersterer bewegt sich frei in letzterem und es ist die Einrichtung getroffen, daß sie entweder beide zusammen fest mit einander verbunden auf- und abgehen können, oder daß *B* gleichsam wie ein Theil des Druckpumpenkörpers feststeht und *C* darin sich bewegen läßt. Das Mittel hierzu besteht in den drei ringförmigen Aufsätzen an dem obern Theil des

Cylinders *A*, nämlich *G* (Fig. 46, 47 u. 48), *H* (Fig. 46, 49 u. 50) und *I* (Fig. 46, 51 u. 52). Der größte dieſer Ringe ſitzt auf dem Pumpenrohre *A* mit-

Fig. 46.

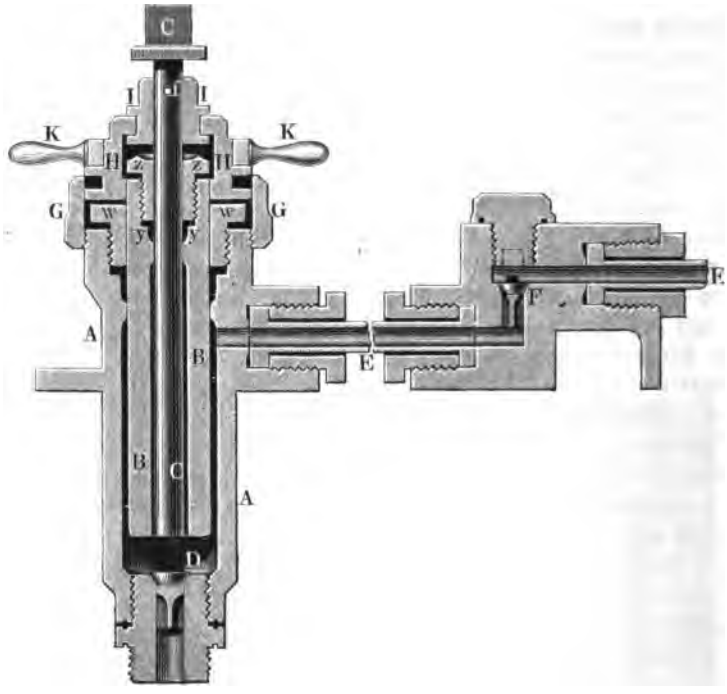


Fig. 47.

Fig. 48.

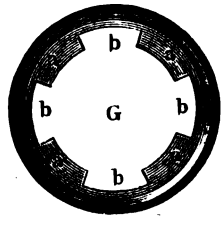


Fig. 49.

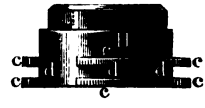
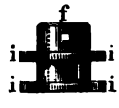


Fig. 50

Fig. 52.

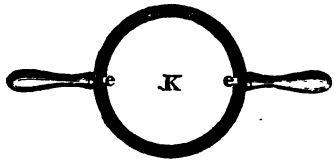
Fig. 51.



telſt einer Schraube feſt. Aus dem Grundriſſe, Fig. 48, erſieht man, daß *aaa* als einſpringende Theile und *bbb* als Auskerbungen im Innern des Ringes zu unterſcheiden ſind. Der Ring *H* ſitzt oberhalb *G*; im Durchſchnitt bildet ſowohl ſein äußerer Rand als der innere Raum eine ſternförmige Figur. Die Lappen

cc sind genau so geformt, daß sie in die Zwischenräume *bb* in *G* passen. Es sind aber immer zwei solcher Lappen *cc* übereinander und zwischen ihnen ein kreisrunder Zwischenraum *dd*. Den oberen Theil von *H* umspannt der mit Griffen versehene Ring *K*, Fig. 53. Wird *H* in *G* eingesenkt, so daß die Lappen *cc* zwischen die Einsprünge *bb* zu liegen kommen, so läßt sich die Auf- und Abbewegung von *H* ganz leicht bewerkstelligen, während *G* ruhend bleibt. Wird aber *H* mittelst der Griffe an *K* um 45° gedreht, so kommen die Lappen *c* unter die Einsprünge *a* zu liegen und *G* und *H* sind fest miteinander verbunden. Die nämliche Anordnung findet sich, um die Stücke *H* und *I* beliebig von einander zu trennen oder zusammenzuhalten, d. h. in *H* sind Ausschnitte *hh* und einspringende Theile *gg*. In dem Ringe *I* und dem Kolben *C* ist eine Bolzöffnung *f* angebracht, deren Bolz bewirkt, daß dies Stück fest auf *C* sitze. Soll nun mit *B* und *C* zugleich gearbeitet werden, so müssen die Vorsprünge *c* auf *H* in die Einschnitte *b* auf *G* zu liegen kommen; in dieser Stellung von *H* sind dann die Lappen *cc* auf *I* unter den einspringenden Stücken *gg* auf *H* befindlich, und *B* und *C* bewegen sich zusammen. Soll später nur noch *C* sich bewegen, *B* aber ruhend bleiben, so genügt die Drehung von *H* mittelst *K* um 45° und *H* ist mit *G* verbunden, *I* aber von *H* gelöst.

Fig. 53.



Eine stehende hydraulische Presse hat hinsichtlich der Beschickung, 54
wie bemerkt, Vorzüge vor einer liegenden, während die letztere für das Ablaufen des Oeles günstiger ist. G. B. Bodmer hat die beiderlei Vortheile dadurch zu vereinigen gesucht, daß er eine um eine horizontale Axe drehbare, d. h. umlegbare hydraulische Presse construirte, die während des Verpackens aufrecht stand, während der Preßarbeit aber umgelegt wurde. Diese Presse stand an vielen Orten im Gebrauch und leistete gute Dienste. Der Mechanismus zum Umlegen veranlaßte indeß große Kosten und nahm Platz weg, die Arbeit des Umlegens erforderte überdies Zeit.

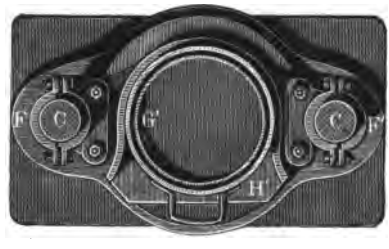
In der hier folgend beschriebenen Einrichtung ist dieser Mechanismus beseitigt und ersetzt durch andere sehr sinnreiche und, wie die Erfahrung lehrt, zweckmäßige Mittel zur Ermöglichung des Ausfließen des Oels aus dem Preßkuchen. Man wird bemerken, daß bei dieser Construction Preßsäcke oder Umschlagetücher für die Samen entbehrlich werden. Dies ist ein von jedem Oelmüller hochangeschlagener Vortheil, da diese bei den oben beschriebenen Arten von Pressen sehr raschem Zerreißen und Unbrauchbarwerden unterliegen. Die runden, plattliegenden Matten ohne Umbiegung, die an deren Stelle treten, halten sehr lange aus. Die Beschickung der Presse geht überdies sehr leicht vor sich.

Wenn die Presse mit bloß zwei Trögen verlangt wird, so erhält dieselbe nur zwei Säulen (wie die vorliegende); bei mehr Trögen aber ist es vortheilhafter, derselben vier Säulen zu geben. Die Tröge oder Samenkasten sind cylindrisch.

Fig. 54 ſtellt eine Vorderanſicht, Fig. 55 einen Querſchnitt nach Linie 1 bis 2 der Fig. 54 und Fig. 56 eine Seitenanſicht dar. Fig. 57 iſt ein Grundriß des Vorlegetiſches, Fig. 58 ein horizontaler Schnitt nach 3 bis 4 der Fig. 54, Fig. 56 ein verticaler Schnitt und Fig. 60 der Grundriß eines Samenkaſtens in doppeltem Maßſtabe.

Fig. 54.

Fig. 58.

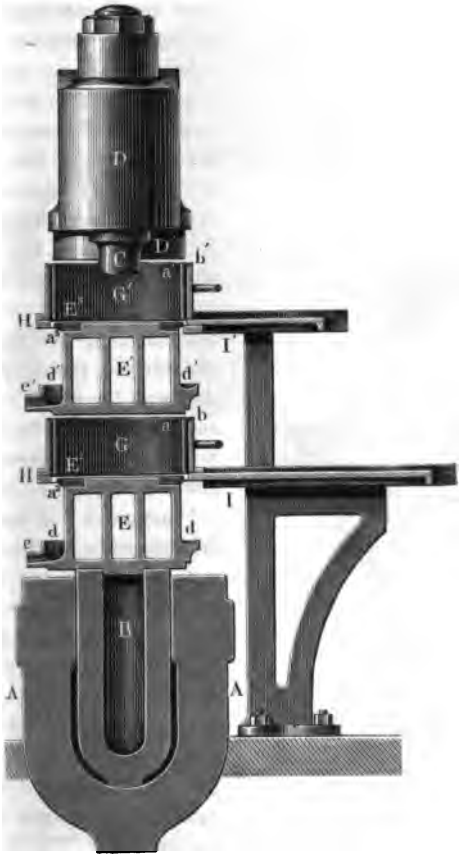


A iſt der Preßcylinder, *B* der Kolben, *C* die beiden Säulen und *D* der Preßkopf. Der untere Trog *E* iſt auf dem Preßkolben *B* befeſtigt und wird durch zwei an ſeine Flantſchen geſchraubte Gabeln längs den Säulen geführt. Der obere Trog *E'* iſt ebenfalls mit ſolchen Lappen verſehen, welche an den vorſpringenden Flantſchen der Gleitſtücke *F* befeſtigt ſind. Beim Niedergehen werden die letzteren durch die an den Säulen angebrachten Ringe *C* aufgehalten. Die Samenkaſten *G* und *G'* liegen auf den Platten *H* und *H'*, welche ebenfalls mit den Gleitſtücken *F* und *F'* verbunden ſind. Beim Gange der Preſſe bleiben indeß der Tiſch *H'* und die Stücke *F''* unbeweglich und die letzteren ſind an den Säulen feſtgeſchraubt.

Bei offener Preſſe ſtehen die oberen Ränder der Tröge *E* und *E'* nur ſehr wenig unter der Oberfläche der Platten *H* und *H'* (Fig. 55) und ſie ſind oben mit ſchmiedeeiſernen Ringen E^2 und E^3 verſehen, welche ein wenig vorſtehen und eine oder mehrere Reihen feiner Löcher a^2 und a^3 beſitzen (Fig. 59). Die cylin-

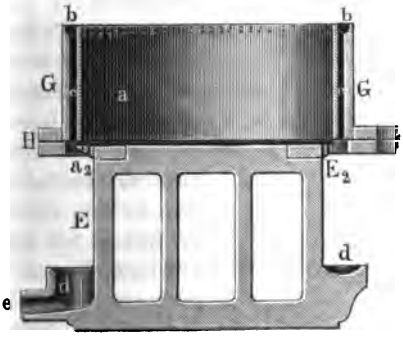
driſchen Samenkaſten G und G' ſind glatt an der innern Seite und haben am obern Rande einige Reihen kleiner Löcher a und a', welche in die kreisförmige Rinne b und b' ausmünden, von welcher aus etwa acht ſenkrechte Oeffnungen, c und c' (Fig. 59 und Fig. 60) durch die Wand des Kaſtens laufen. Beim Gebrauche der Preſſe bedient man ſich zweier Sätze von Samenkaſten, ſo daß während der eine Satz in der Preſſe ſich befindet, der andere Satz gefüllt und bereit gehalten wird, ſogleich nach Herausnahme des erſten Satzes in die Preſſe gebracht zu werden.

Fig. 55.



Die Wirkungsweiſe der Preſſe iſt folgende: die leeren Kaſten G G' werden auf die Stellen x x' der vor der Preſſe angebrachten Tiſche II' geſetzt (Fig. 57), deren Oberfläche mit derjenigen der Tafeln HH' genau auf gleicher Höhe ſteht (Fig. 55 u. Fig. 56); unten in den Kaſten wird eine aus Kuhhaaren geflochtene, kreisrunde Matte ausgebreitet, dann derſelbe mit Samen gefüllt, bis zu dem durchlöcherten Rande hinauf und noch eine gleiche Matte darüber gelegt. Die gefüllten Kaſten werden ſodann in die Preſſe geſchoben, in eine Lage, wie ſie Fig. 55 zeigt; die Pumpe wird in Bewegung geſetzt und treibt den Kolben B in die Höhe, der obere Theil des Troges E dringt in den Kaſten G hinein und

Fig. 59.



der Samen wird zwiſchen dieſem und der untern Fläche des obern Troges E' zuſammengepreßt. Sobald die Preſſung ſoweit vorgerückt iſt, daß der durch die Füllung dargebotene Widerſtand dem Geſammtgewichte der oberhalb befindlichen beweglichen Theile gleichkommt, ſo werden dieſe ſich ebenfalls in Bewegung ſetzen; der Trog E' dringt in den Kaſten G' hinein und preßt die hier befindliche Füllung gegen die feſte Platte D'. Wenn der Druck eine gewiſſe Höhe erreicht hat, ſo fängt das Oel an auszufließen, einerſeits unten durch die Löcher a^2, a^3, andererſeits durch die Oeffnung $a\,a'$ in die Rinnen $b\,b'$ und von hier durch die Löcher $c\,c'$ nach unten; es ſammelt ſich daſſelbe in den Rändern $d\,d'$ der Tröge und fließt von hier durch die Ausgüſſe $e\,e'$ in vorgeſtellte Gefäße. Nach beendigter Preſſung, d. h. wenn kein Oel mehr ausfließt, wird die Preſſe geöffnet und es kehren alle Theile in die in der Zeichnung angenommenen Stellungen zurück. Die Kaſten werden herausgezogen und über die an den Tiſchen II' vorhandenen Oeffnungen $y\,y'$ geſchoben, während man einen zweiten Satz friſch gefüllter Kaſten ſogleich wieder in die Preſſe bringt und dieſe in Thätigkeit ſetzt. Die an dem obern Theile des Kaſtens feſt anhängenden Oelkuchen und Matten werden durch die Oeffnungen $y\,y'$ herausgeſchlagen.

Fig. 56.

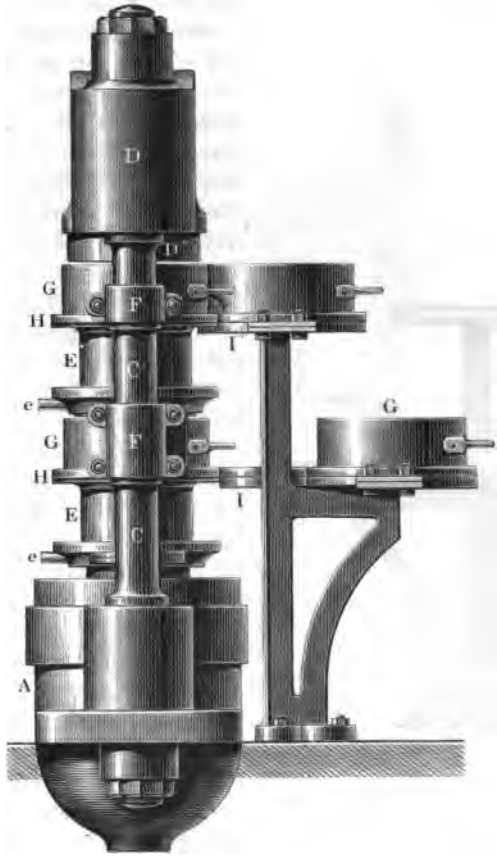
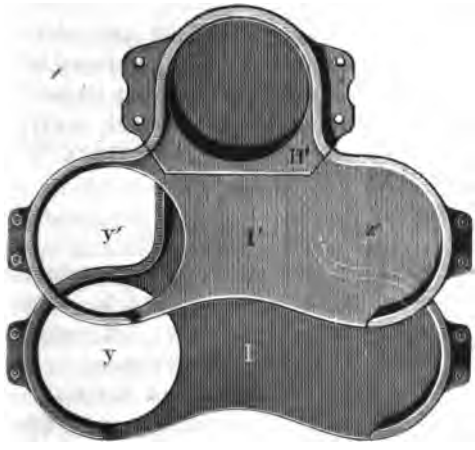


Fig. 60.

Ein anderer Theil der Erfindung bezieht sich auf einen Apparat, mittelst welchem die gepreßten Oelkuchen aus den Kasten *G G'*, nachdem dieselben über die Löcher *y y'* gestellt worden sind, auf zweckmäßigere Weise herausgedrückt werden können, als dieses mittelst eines Schlägels geschieht. Bodmer wendet hierzu einen kleinen hydraulischen Kolben an, bemerkt aber, daß der Kolben auch durch eine Zahnstange mit Getriebe in Bewegung gesetzt werden könne.

Fig. 57.



Zwei solche Pressen wurden während längerer Zeit gebraucht und es hat sich dabei gezeigt, daß das Oel durch die erwähnten Oeffnungen einen leichten Abfluß findet.

Die zu dem Drucke erforderliche Zeit, d. h. von dem Einbringen des ersten bis zum Einbringen des zweiten Satzes, beträgt nur eine Minute.

Bei gleicher Triebkraft und gleicher Größe des Samenkastens soll diese Patentpresse das Doppelte von einer Presse gewöhnlicher Construction leisten.

Betriebsverhältnisse.

I. Vergleichen wir vorerst die Leistungsfähigkeit der holländischen Keilpressen und der hydraulischen Pressen. 55

Drei holländische Pressen in einer Oelmühle zu Harburg ergaben die nachfolgenden Verhältnisse:

Die Einrichtung derselben ist von der gewöhnlichen nicht abweichend. Die Preßkasten sind von Gußeisen, jeder von 360 Pfund Gewicht, verbunden durch vier $1^3/_4$ Quadratzoll starke eiserne Bänder und in die Oellade eingelassen, so daß kein Oel in den Holzblock eindringen kann. Bei zwei dieser Pressen, die zum Vorschlag dienen, hat der Preßkasten eine Tiefe von 22,5 Zoll rheinländisch.

Während drei hydraulische Pressen in dem gleichen Geschäfte folgende Verhältnisse auswiesen:

Die Construction derselben ist folgende: die Preßkasten haben *) an der hintern durchlöcherten Wand 7 Zoll rhein. (= 0,182^m), der vordern offenen 8,5 Zoll rhein. (= 0,213^m) Weite, 21,75 Zoll (= 0,563^m) Tiefe und 24,25 Zoll

*) Runde wären vorzuziehen; für die Versendung der Oelkuchen ist die längere Form derselben beliebter.

(= 0,584m), eine Weite unten von 5,7 Zoll (= 0,149m), obere Weite 8 Zoll (= 0,207m). Die dritte zum Nachschlag verwendete hat einen Preßkasten von 19,5 Zoll (= 0,506m) Tiefe, 5,5 Zoll (= 0,143m) Weite unten und 7 Zoll (= 0,182m) oben. Die Preßhämmer sind circa 500 Pfd. schwer, ihre Hubhöhe ist 22, 24 und 26 Zoll rhein. (= 0,571m, 0,623m, 0,675m) und sie machen 126, 163 und 179 Schläge in der Minute.

Die Verpackung geschieht nicht durch Umschlagen der Beutel mit Pferdehaartüchern und Rindsleder, sondern durch Einlegen zwischen durchlöcherte Eisenblechplatten, die durch Lederstreifen mit einander verbunden und mit einer Klappe versehen sind.

Die Anschaffungskosten der drei Pressen mit eisernem Preßkasten betragen 700 Thaler (= 1225 Fl. rhein. = 2625 Frcs.) und 400 Thlr. (700 Fl. = 1500 Frcs.) ohne Preßkasten.

Die Unterhaltungskosten der holländischen Pressen sind beträchtlicher, als die von hydraulischen Pressen.

Die Leistungsfähigkeit, berechnet aus dem Mittel des in längeren Zeiträumen verarbeiteten Samens, ist:
in einem Tage, zu 22 Arbeitsstunden,
im Vorschlag:
Nr. 1 in 480 Pressungen 5333 Pfund Samen zu 960 Kuchen,
Nr. 2 in 330 Pressungen 4125 Pfund Samen zu 660 Kuchen,
Nr. 3 in 390 Pressungen 3000 Pfund Samen zu 780 Kuchen,
zusammen 12458 Pfund Saat;

Höhe (= 0,631m). Jede hat zwei Injectionspumpen. Kolbendurchmesser der großen 14 Zoll (= 0,364m), der kleinen 11 Zoll (= 0,286m), Hubhöhe des ersteren Kolben 7,96 Zoll (= 0,207m), des kleineren 5,36 Zoll (= 0,139m).

Der Preßcylinder hat 10 Zoll Durchmesser (= 0,260m) und gewöhnlichen Hub 14,5 Zoll (= 0,376m).

Oeffnung des Sicherheitsventils bei d. großen Pumpe 0,33 Zoll (=0,0086m), bei der kleinen 0,25 Zoll (=0,0065m), Hebelarm für die Belastung = 1 : 10.

Belastung beim Vorschlag:
bei der großen Pumpe 2,75 Pfund
» » kleinen » 6,75 »

Belastung beim Nachschlag:
bei der großen Pumpe 6,75 Pfund
» » kleinen » 22,75 »

Der größte Druck beträgt:
bei der großen Pumpe 108 000 Pfund
» » kleinen » 364 000 »

Die Anschaffungskosten der drei Pressen zusammen betragen 1700 Thlr. (2975 Fl. = 5375 Frs.).

Die Unterhaltungskosten beschränken sich auf häufigeres Ersetzen der Liderungen und alljährige Revisionen der Sicherheitsventile.

Die Leistungsfähigkeit. Beim Vorschlag verarbeiteten die drei Pressen zusammen (eine jede in 189 Pressungen von 7 Minuten Dauer) täglich 8400 Pfund Samen. Beim Nachschlag verarbeiteten sie in 170 Pressungen (von 9 Minuten jede) 5880 Pfund Kuchenmehl zu 1470 Kuchen.

In 189 Pressungen (7 Minut. Dauer) 7560 Pfd. Kuchenmehl zu 1890 Kuchen.

Die 7 minutlichen Pressungen liefern nicht weniger Oel, als die von 9 Minuten.

im Nachschlag:
Nr. 1 in 440 Pressungen 2800 Pfund Kuchenmehl zu 880 Kuchen,
Nr. 2 in 314 Pressungen 2314 Pfund Kuchenmehl zu 628 Kuchen,
Nr. 3 in 336 Pressungen 2240 Pfund Kuchenmehl zu 672 Kuchen,

zusammen 7354 Pfund Kuchenmehl.

Der Kraftbedarf ist berechnet aus der Geschwindigkeit, die sich für jede der Pressen bei Anwendung derselben Triebkraft, nach Abzug der für das Füllen gebrauchten Zeit, ergiebt. Die drei Keilpressen absorbiren beim Vorschlag 24,2 Procent, beim Nachschlag 25,92 Procent von der angewandten Triebkraft.

Dieses Resultat, verglichen mit der Quantität Samen, die in einem Tage verarbeitet wird, ergiebt:

Für den Vorschlag $\frac{2480}{12458} = 0{,}199$;

» » Nachschlag $\frac{2592}{10505} = 0{,}246$,

das ist die Kraft, um gleiche Quantitäten Samen in gleicher Zeit zu verarbeiten.

Die Ausbeute. Die drei Pressen zusammen, für Vor- und Nachschlag gerechnet, lieferten von einem trocknen nicht sehr ölreichen Samen 34,87 Procent Oel.

Bedienung gleich wie bei der hydraulischen Presse.

Es ergiebt sich hieraus als Vortheil für die holländische Keilpresse: 1) geringe Anschaffungskosten, 2) schnellere Arbeit für den Vorschlag.

Der Kraftbedarf. Die drei Pressen brauchten bei einer Vorschlagpressung 13,2 Procent.
Bei einer 9 minutlichen Nachschlagpressung 12,76 Procent,
bei einer 7 minutlichen Nachschlagpressung 13,56 Procent
von der angewandten Kraft.

Dieses Resultat, verglichen mit der in einem Tage verarbeiteten Menge Samen ergiebt:

Für den Vorschlag $\frac{1320}{8400} = 0{,}157$;

f. d. 9 min. Nachschl. $\frac{1276}{9400} = 0{,}1519$,

f. d. 7 » » $\frac{1356}{10800} = 0{,}1256$,

Zahlen, wodurch die Kraft ausgedrückt ist, die nöthig ist, um in gleicher Zeit gleiche Samenmengen zu verarbeiten.

Die Ausbeute von dem nämlichen Samen war in Vorschlag und Nachschlag
in 9 Minuten 36,06 Procent Oel,
» 7 » 36,06 » »

Bedienung. Ein Arbeiter zum Wärmen und Füllen der Beutel, ein Arbeiter zum Einlegen in die Presse und um sie in Gang zu setzen, zwei Arbeiter zum Abziehen der Beutel von den Kuchen.

Die Vortheile, welche hydraulische Pressen bieten, sind: 1) geringere Unterhaltungskosten, 2) Kraftersparniß, 3) größere Ausbeute.

Die Vor- und Nachtheile der beiderlei Apparate gegen einander abgewogen, ergiebt sich als das Zweckmäßigste: für den Vorschlag die Keilpresse anzuwenden, die, namentlich bei feuchtem Samen, besser arbeitet. Für den Nachschlag aber die hydraulische Presse zu wählen, weil sie einen allmäligern und kräftigern Druck auszuüben im Stande ist.

Man ersieht aus dem Obigen, daß drei Keilpressen im Vorschlag mehr Kuchenmehl in einem Tage liefern, als drei hydraulische Pressen in dem Nachschlag verarbeiten können. Deshalb ist die Ebenmäßigkeit des Geschäftsganges dadurch herzustellen, daß das, was erstere zu viel in Vorschlag ergaben, von einer derselben auch nachgeschlagen werde.

56 **Eine vollständige Einrichtung.** — In einem französischen neueren Etablissement, in welchem die Anzahl und Dimensionen der Apparate so gewählt sind, daß die in Arbeit genommenen Samen ohne Unterbrechung in Oel und Oelkuchen verwandelt werden können, finden sich:

1. Ein Walzwerk.
2. Zwei Steinwerke (Construction Fig. 16 und 17).
3. Acht Heizherde (Construction Fig. 18, 19, 20 bis 28).
4. Zwei hydraulische Doppelpressen für die Vorschlagpressung (Construction Fig. 40 bis 44).
5. Vier desgleichen für den Nachschlag (Construction Fig. 40 bis 44).

Alles zusammen betrieben durch eine Condensationsdampfmaschine von 40 Pferdekraft.

Die Leistungen des ganzen Werkes müssen, unter der Voraussetzung, daß alle Apparate durch alle Stadien der Oelgewinnung übereinstimmende Leistungsfähigkeiten haben, von derjenigen der Nachschlagpresse aus beurtheilt werden. Eine solche faßt acht Beutel, jeden von 2,8 Zollpfund Oelkuchenmehl, und es werden 12 Pressungen in der Stunde gemacht. Vier Doppelpressen aber dienen zum Nachschlag, man verarbeitet also in der Stunde $22{,}4 \times 12 \times 8 = 2150{,}4$ Pfund Oelkuchenmehl. Rechnet man 22 Arbeitsstunden auf den Tag, so beträgt die Menge des täglich verarbeiteten Mehls 47326,4 Pfund.

Dies ist so zu verstehen, daß die vier Nachschlagpressen (doppelte) im Stande sind, so viel Oelkuchenmehl täglich zu verarbeiten, als dessen Gewicht an Samen oder mit Berücksichtigung von unvorhergesehenen Unterbrechungen dem Gewichte von 46 000 Pfund Samen wenigstens entspricht. Diesen vier Doppelpressen entspricht ein Steinwerk und eine jede hat eine Wärmeplatte nöthig. Ein anderes Steinwerk bedient die zwei Doppelpressen für den Vorschlag, diese brauchen aber zusammen 4 Wärmeplatten.

Die Ausbeute an Oel. Man erhielt von 50 Hectoliter Colzasamen (1 Hectoliter = 1,818 preuß., 0,45 baierische Scheffel = 0,666 badische und schweiz. Malter), wovon der Hectoliter 130 Pfund wog, also von 6500 Pfund Samen zusammen:

im Vorschlag	1778,14	Pfund Oel,
im Nachschlag	551,46	» »
Im Ganzen . .	2329,60	Pfund Oel,
und an Oelkuchen . .	4028	»
und Verlust	142,40	»
zusammen . . .	6500,00.	

Es ergiebt sich hieraus in Procenten:

35,846	Procent	Oel,
61,970	»	Oelkuchen,
2,184	»	Verlust.
100,000	Procent.	

Der Druck, den die Presse ausübte, berechnet aus dem Durchmesser der Oeffnung des Ventils, dessen Belastung und dem Querschnitt des Druckkolbens, war für den Vorschlag 5400 Pfund, für den Nachschlag 28000 Pfund. Die Vorschlagpresse war wenig erwärmt, die Nachschlagpresse dagegen war mit Dampf von 4 Atmosphären Druck geheizt. Bei einem zweiten Versuche, den man unter einem Druck des Preßkolbens von 40000 Pfund ausführte, wurde die Ausbeute an Oel nur auf 37 Procent gesteigert. Dagegen konnte durch diese Kraft aus Samen, d. h. dem Kuchenmehl derselben, die schon 35,85 Procent Oel abgegeben hatten, noch 4,9 Procent ziemlich guten Oels ausgepreßt werden, wenn man das Kuchenmehl nochmals stark unter dem Steinwerk zerrieb und gut wärmte. Es ergiebt sich indeß aus diesen Versuchen, daß weder die große Steigerung des Drucks noch Wiederholung des Pressens lohnen.

Anschaffungskosten der Apparate. — Die Anschaffungskosten der 57
Hauptapparate werden (nach französischen Verhältnissen) angeschlagen: das Walzwerk zu 2500 bis 2800 Francs, zwei Steinwerke (Fig. 16 und 17) 10000 bis 11000 Francs. Acht Heizapparate (Fig. 18 bis 23) 4000 Francs. Sechs Doppelpressen (Fig. 40 bis 44) 24000 Francs. Zwei Injectionspumpen 7000 bis 7500 Francs. Hahnen und Leitungsröhren 5000 bis 5500 Francs. Mit Hinzurechnung der Dampfmaschine von 40 Pferdekraft und mancherlei kleinem Zubehör würden die Einrichtungskosten einer solchen Oelmühle zu 100 000 Francs (= 46 666 Fl. = 26 666 Thaler) anzuschlagen sein, da man die Anschaffungskosten der Dampfmaschine allein auf etwa $^2/_5$ dieser Summe zu schätzen hat.

Ueber das Preisverhältniss zwischen Rohmaterial und fer- 58
tigem Erzeugniss ist die folgende Notiz von Werth. Man hat den mittleren Betrag der Ausbeute an Oel aus den verschiedenen Rübsamen 36 Procent angenommen (wir haben gesehen, daß diese Annahme kaum höher gehen dürfte) und sich an bedeutenderen Handelsplätzen um den Stand der Samenpreise und Oel-

preise erkundigt und berechnet: wie groß ist die Ausgabe für 100 Gewichtstheile Samen und der Erlös für 36 Gewichtstheile Oel?

Es fand sich, daß der Einkaufspreis des Repssamens, zu 100 angenommen, zum Verkaufspreis der daraus gewonnenen 36 Procent Oel sich verhielt:

am Orte A = 100 : 97,9
» » B = 100 : 113,8
» » C = 100 : 86,5
» » D = 100 : 89,2
» » E = 100 : 84,1
» » F = 100 : 90,6

Man kann daraus den Schluß ziehen, daß der Einkaufspreis der Samen nicht gedeckt wird durch den Verkaufspreis des Oels, und daß durchschnittlich der zulässige Einkaufspreis des Samens normirt werden kann auf den jedesmaligen Preis des Oels, wenn man annimmt, der Preis von 36 Pfund Oel dürfe 95 Procent des Preises von 100 Pfund Samen betragen. Der Rest der Auslagen und die Arbeitskosten und Ansprüche an Gewinn können aus dem Erlös der Oelkuchen gedeckt werden.

59 **Die Eigenschaften der verschiedenen Rübölsorten** stimmen in allen Hauptpunkten ziemlich überein. Das specifische Gewicht derselben ist zwischen 0,9128 bis 0,9175 gefunden (man schlägt das Gewicht des Hectoliter in Frankreich durchschnittlich im Handel zu 91 Kilogrammen an). Die Verschiedenheiten in den Angaben des specif. Gewichts mögen zum Theil von ihrem Verhalten bei Erwärmung herrühren, da sie sich unter allen Flüssigkeiten durch Wärme am stärksten ausdehnen. Sie erstarren zum Theil zwischen — 3° und — 4° C. Das Product des Vorschlags ist immer etwas heller als dasjenige der Nachschlagpressung. Die Farbe derselben ist heller oder dunkler braungelb. Frisch sind dieselben fast geruchlos und haben wenig Geschmack. Stärkeren Geschmack und Geruch haben das Oel vom Nachschlage und das ältere Oel. Das Kohlsaatöl gilt unter den verschiedenen Rübölen als das beste. Ein jedes Oel enthält etwas an färbenden, eiweißartigen und schleimigen Bestandtheilen. Diese sind es, welche auf die Farbe, den Geschmack und Geruch, den Flüssigkeitsgrad und die Tauglichkeit als Beleuchtungsmittel hauptsächlich Einfluß üben. Es wird darum mit den zu Beleuchtungszwecken dienlichen Oelen gewöhnlich eine Reinigungsoperation vorgenommen.

60 **Das Raffiniren des zum Brennen bestimmten Rüböls** bezweckt die Entfernung färbender, schleimiger und eiweißartiger Körper aus dem Oele. Es sind verschiedene Mittel in dieser Absicht vorgeschlagen worden. Die Gerbsäure, welche zur Reinigung des Thrans, wie wir oben gesehen haben, dient, wird auch für die Brennölraffinerie gebraucht. Es hat D. Walther sich in Großbritannien ein Verfahren patentiren lassen, mittelst eines Infusum von 4 Pfund Eichenlohe und 8 Pfund heißem Wasser auf 100 Pfund Oel, dieses

durch Mischen und kräftiges Umrühren, nachdem noch 22 Pfund Wasser zugegeben worden, Absitzenlassen und Filtriren zu reinigen. Allgemeinere Aufnahme hat dies Verfahren nicht gefunden.

Unter den verschiedensten Modificationen der Ausführung des Processes und der Apparate hat man das Reinigen der Rüböle durch Schwefelsäure zu bewirken gesucht und dieses Mittel ist bis jetzt durch kein besseres ersetzt worden. Die Wirkung der Schwefelsäure beruht zunächst auf der Zerstörung der nicht fetten Theile, die in einem theilweise verkohlten Zustande sich flockig von der Flüssigkeit abscheiden. Nächst dieser Wirkung hat die Schwefelsäure wahrscheinlich, wenn auch nur in geringem Maße, den andern Erfolg, daß ein Theil des Fettes in Glycerin und freie Fettsäuren zerfällt, wovon nur die letzteren nach Beendigung des Processes in dem Oele aufgelöst bleiben. Das Verfahren zerfällt: 1. in Zusetzen der Schwefelsäure und inniges Mischen derselben mit dem Oel; 2. Zugießen von Wasser, um die Schwefelsäure zu entfernen; 3. Absitzenlassen des Schlammes und der verdünnten Säure; 4. Filtriren.

Das Mischen der Säure mit dem Oel geschieht entweder in stehen- 61
den Fässern oder in Holzkasten mit Bleitafeln ausgekleidet. Die Rührfässer sind allgemeiner gebräuchlich. Entweder stellt man je ein Rührgefäß über zwei Satzgefäßen auf, oder, was zweckmäßiger sein möchte, man stellt die Satzfässer in die Höhe und läßt die Rührfässer auf dem Boden des Arbeitsraumes stehen. Das Rühren geschieht häufig nur durch ein Rührscheit; es sind aber auch mechanische Rührvorrichtungen im Gebrauch, von welchen die mit horizontaler Flügelwelle, an der die Rührschaufeln sitzen, jenen mit senkrechter Axe vorzuziehen sind. Es wird je nach der Beschaffenheit des Oels $1\frac{1}{2}$, 2 bis 3 Gewichtsprocent englischer Schwefelsäure zu dem Oele in dünnem Strahl und unter fortwährendem Umrühren zugesetzt, das Oel wird 20 bis 25 Minuten, ja selbst bis zu dreiviertel Stunden umgerührt, wobei es zuerst grün, dann schwarz wird, und so lange fortgefahren, bis die fremden Substanzen in deutlichen Flocken sich ausgeschieden haben. Es ist zu rathen, nicht zu viel Säure, wo möglich nicht mehr als $1\frac{1}{2}$ Procent zuzusetzen, da durch zu viel Säure das Oel dünnflüssig und zum Beleuchten weniger brauchbar werden soll. Es reicht sogar noch weniger als 1 Procent Säure aus, wenn man das Oel durch Dampf bis zu etwa 60° bis 70° C. erhitzt.

Waschen des Gemisches. Nachdem man das Oel etwa 24 Stun- 62
den mit der Säure ruhig in Berührung gelassen, gießt man zu demselben auf je 100 Theile Oel 25 bis 30 Maßtheile auf 35° bis 40° C. gewärmten Wassers oder man läßt einen Dampfstrom in dasselbe treten und rührt es darauf 15 bis 20 Minuten lang gut durch.

Absitzenlassen. Man bringt nun die Flüssigkeit in die Satzfässer; diese 63
sind zweckmäßig auf einem Gerüste aufgestellt und das Ueberfüllen in dieselben kann leicht mittelst einer tragbaren Handpumpe geschehen. Die Satzfässer haben

zwei Hahnen, den einen nahe am Boden, den andern nicht senkrecht über dem ersten, aber einige Zoll höher angebracht. Man läßt die Flüssigkeit etwa drei Tage ruhig stehen, in welcher Zeit sich dieselbe in drei Schichten getheilt hat. Die unterste ist die verdünnte Säure, die obere das gereinigte Oel, zwischen beiden schwimmt eine Schicht Oel, die ganz dicklich und dunkel von den ausgeschiedenen Flocken gefärbt ist. Die unterste Säureschicht (welche zum Beizen der zum Verzinnen bestimmten Bleche sich gut eignen soll) wird zuerst durch den untern Hahn abgelassen, dann durch den obern die Oelschicht, und zuletzt entleert man das Faß von den schlammigen Theilen ebenfalls durch den untern Hahn. Anstatt des Wassers hat Dubrunfaut Kalk zum Abstumpfen und Entfernen der Schwefelsäure vorgeschlagen. Gegen Kalkmilch jedoch spricht der Umstand, daß durch einigen Ueberschuß die Möglichkeit der Bildung einer Kalkseife gegeben ist, gegen Kreidepulver der Uebelstand des Aufbrausens, was mit starkem Schäumen verbunden ist. Es wird gegen dieses Verfahren ferner bemerkt, daß das Oel oben auf immer einen Schaum behalte, der sich nur durch Filtration entfernen lasse und begreiflich zum schnellen Verstopfen der Filter beitrage, und daß endlich die Berührung zwischen Säure und Kalk der umhüllenden Wirkung des Oels wegen sich viel schwerer bewerkstelligen lasse, als man glaube. Man wendet dies Verfahren deshalb keineswegs allgemein, wohl aber in Fällen an, wo ein sehr geringes, schleimiges, vieler Säure bedürftiges Oel gereinigt werden soll.

64 **Das Filtriren** ist die schwierigste, aber eine unumgänglich nothwendige Arbeit. Da wo die Oelraffinerie mit der Oelmühle verbunden ist, läßt sich mit Vortheil das Verfahren von Dubrunfaut anwenden, verzichten muß man aber darauf, wenn die Raffinerie ein gesondertes Geschäft ist. Es besteht in Folgendem. In 6 Hectoliter (400 Maß schweiz. und badisch. oder nahezu 3 Oxhoft preuß.) Oel werden 100 Pfund gepulverter Oelkuchen eingerührt und damit stark während 20 Minuten in Bewegung gesetzt. Man läßt dann 8 bis 10 Tage das Ganze ruhig stehen und kann nach dieser Zeit ungefähr $^2/_3$ des Oels als ganz klare Flüssigkeit abziehen. Zu dem Reste wird eben so viel trübes Oel, als man klares abzog, hinzugefügt, gut umgerührt und nach drei Tagen die gleiche Menge abgezapft, und so soll man 20 bis 30 Mal fortfahren können, bis das Oelkuchenpulver seine Dienste versagt. Dieses sammt dem noch beigemengten Oel wird sodann in ein besonderes Gefäß gebracht, das Oel, das sich allmälig nach oben abscheidet, weggenommen und die festen Theile werden mit Oelkuchenmehl gemengt und einer neuen Pressung unterworfen.

Wo man dies Verfahren nicht anwenden kann, muß man filtriren. Es empfehlen Grouvelle und Jannez hierzu Filtrirkasten aus Weißblech, auf deren durchlöcherte Boden sie zuerst Moos und darüber Oelkuchenmehl ausbreiten. Häufiger dienen kübelartige Gefäße mit durchlöchertem Boden, auf dem man eine Schicht Baumwollwatte ausbreitet, über die ein zweiter loser Siebboden gelegt wird. Weil das Oel, bevor es ganz rein ist, durch mehrere solche Filtrirgefäße hindurchrinnen muß, stellt man zuweilen mehrere übereinander und unter das unterste ein Sammelfaß. Auch hat man ähnliche Gefäße mit durchlöchertem Blechboden und vielen konischen Dillen, die während des Gebrauchs mit Werg,

Wolle oder Flockbaumwollbauschen verstopft werden, angewendet. Wenn die Wolle, Werg oder Baumwolle nichts mehr leistet, so wird sie mit heißem Wasser übergossen, gut ausgerungen, auf die Seite geworfen und durch frische erneuert, das Oel aber was davon abgepreßt worden, der Filtration unterworfen. Es dienen häufig auch Filzfilter, die in Rahmen über Fässer gehängt werden. Ihre Reinigung geschieht mittelst einer Schöpfkelle, die man längs den Wänden des Filters in Strichen von unten nach oben führt, um den abgesetzten Schleim zu entfernen. Diese Filzsäcke sind übrigens etwas theuer und reißen nicht selten. Namentlich dann leiden sie am meisten, wenn die Raffinerie stillsteht und die Säcke trocken liegen.

Damit der Proceß der Einwirkung der Säure sowohl als das Decantiren und Filtriren leichter vor sich gehen, ist es ganz zweckmäßig, daß das Local heizbar sei, um immer in einer Temperatur von 16° bis 18° C. arbeiten und das Oel darin flüssig erhalten zu können. Der Boden des Locals soll aus dichten, behauenen Steinplatten bestehen und gegen einen eingesenkten Behälter von allen Seiten geneigt sein, damit im Falle des Ueberschüttens oder Brechens eines Fasses der Verlust so gering als möglich gemacht werde.

Der Abgang beim Proceß des Raffinirens beträgt $1^1/_2$ bis 2 Procent.

Das Madiaöl ist in der Regel heller, als das Rüböl, kann aber auf die gleiche Weise, wenn es nöthig ist, wie das letztere raffinirt werden. Es stammt von der Pflanze Madia sativa aus Chili, sie wird jedoch vielfach in Frankreich und Süddeutschland angebaut. Bouffingault erhielt auf einer Hectare *) Landes 1102 Kilogramm Samen. Die Gewinnung des Oeles aus den Samen stimmt ganz überein mit der Gewinnung der Rüböle. 65

Das Olivenöl ist seines hohen Preises wegen selten bei uns Leuchtöl, namentlich nicht, weil auch für die geringeren zum Speisen untauglichen Qualitäten andere technische Verwendungen offen stehen. 66

Von den übrigen nicht trocknenden Oelen, mit deren Preis die Anwendung zum Brennen in Lampen verträglich ist, kommen einige, freilich nur in sehr untergeordneten Verhältnissen, im Handel vor, z. B. das Spindelbaumöl, das Apfelkernöl, das Roßkastanienöl. Das in neuerer Zeit vielfach vorkommende Sesamöl hat auch mehr Bedeutung als Ersatz für Olivenöl zum Speisegebrauch und als Verfälschungsmittel desselben.

Die Eigenschaften und Gewinnungsarten dieser Oele sind deshalb mit mehr Berechtigung in der Gruppe von den Nahrungsmitteln abzuhandeln.

Die Verfälschungen der Rüböle bestehen meist in Zusatz von Fischthran, oder zuweilen, jedoch seltener, von Leinöl. Werden 15 bis 20 Tropfen des fraglichen Oels auf einen weißen Porzellanteller gebracht und 1 Tropfen englischer 67

*) Siehe Seite 39.

Schwefelsäure zugesetzt, so giebt Rüböl einen grünlich blauen Hof, und in dessen Mitte einige hellbraune Streifen; beim Umrühren wird das Ganze sogleich grünlich blau und erst nach Zusatz der fünf- bis sechsfachen Säuremenge bräunlich. Fischthran und Leberthran zeigen dabei unter Eintreten einer eigenthümlichen Bewegung der Flüssigkeit eine rasch zunehmende Färbung in Roth; beim Umrühren wird der Thran schneller roth und dann violett. Bis zu 10 Proc. Thran lassen sich in dem Rüböl durch die Beimengungen der rothen Färbung zu der grünblauen, wie versichert wird, noch leichter erkennen. Syrupartige Phosphorsäure, in Verhältnissen von 1 Vol. zu 5 Vol. Oel hinzugesetzt, soll durch die rothe bald in schwarz übergehende Färbung noch $^1/_{1000}$ Thran im Rüböl erkennen lassen.

Werden 5 Volumen Rüböl mit 1 Volumen Aetznatronlauge von 1,34 specif. Gewicht geschüttelt, so ergiebt sich nur dann eine weiße Masse, wenn weder Thran, noch Hanföl, noch Leinöl zugegen sind. Diese Erscheinung ist daher als ein Merkmal reinen Rüböls anzusehen. Ueber die Unterscheidung der genannten Verfälschungsmittel von einander vergleiche man oben Seite 36, Verfälschungen des Thrans.

E. Die festen Fettsäuren als Beleuchtungsmaterial.

68 **Die Stearinsäure**, gewöhnlich nicht ganz rein, sondern gemengt mit Palmitinsäure, ist ein wichtiges Material zur Kerzenerzeugung geworden, sie wird zum weitaus größten Theile aus Rinder- und Hammeltalg dargestellt.

Es sind oben drei verschiedene Wege angedeutet worden, dieselbe aus diesem Rohstoffe zu bereiten und alle drei werden in neuester Zeit fabrikmäßig benutzt.

Das älteste Verfahren, und immer noch das gebräuchlichste, ist die Verseifung. Es wird aus ausgelassenem Talg und Kalkmilch eine Kalkseife dargestellt, diese mit wässeriger Schwefelsäure zerlegt, und das abgeschiedene Gemisch der Fettsäure durch Pressen in einen flüssigen Theil, Oelsäure, und den starren Theil, Talg- oder Stearinsäure, zerlegt. Die Verhältnisse, in welchen die genannten Substanzen gebraucht werden, sind: 100 Gewichtstheile geläuterten Talg mit 15 Theilen Wasser zum Schmelzen, dazu 15 Gewichtstheile gebrannten Kalk, in 80 Theilen Wasser vorher gelöscht, zum Verseifen, $34^3/_4$ Gewichtstheile Schwefelsäure von 53° B. oder 1,575 specif. Gew. (= 25,2 Gewichtstheile englische Schwefelsäure, $SO_3\,HO$, oder Säure von 66° B. oder 1,84 specif. Gewicht) bis 38 Gewichtstheile 53-grädiger Schwefelsäure (= 26,8 Gewichtstheile 66-grädiger oder englischer Schwefelsäure) zum Zersetzen der Kalkseife. Nach anderen Vorschriften wird die Menge des Kalks auf 12 Procent vom Gewichte des Talgs verringert, dagegen das Wasser, welches dem Talg zum Schmelzen zugegeben wird, bis auf 160 Procent vom Talggewicht vermehrt. Wo sich mechanische Vorrichtungen finden, um den Talg und die Kalkmilch unausgesetzt umzurühren, soll man das Verhältniß des Kalks zum Fett selbst bis auf 5 Procent verringern können.

Das Schmelzen des Talges geschieht in einer Holzkufe oder in einem 69
aus Steinplatten zusammengesetzten Behälter. Fett und Wasser werden zuerst eingefüllt und dann durch einen Dampfstrom erwärmt, bis die Schmelzung des ersteren erfolgt ist. Der Dampf wird durch ein vom Dampfkessel ausgehendes Kupferrohr, dessen Ende spiralförmig am Boden der Schmelzkufe liegt und mit vielen kleinen Löchern versehen ist, zugeführt.

Die Verseifung wird eingeleitet, sobald aller Talg geschmolzen ist, durch 70
allmäliges Zusetzen der Kalkmilch, unter fortgesetztem Erwärmen mittels Dampf. Es sind immer 7 bis 8 Stunden nöthig, bis die Bildung der Kalkseife vollständig erfolgt ist; während dieser ganzen Zeit muß häufig umgerührt werden, was entweder mit Rührscheiten oder durch mechanische Rührer geschieht. Von der harten krumlichen Kalkseife wird nun die glycerinhaltige Flüssigkeit durch Spundlöcher am Boden der Verseifungskufe in ein Gefäß abgelassen, das seine Löcher am Boden hat, um kleine Theilchen von Seife zurückzuhalten. Die flüssige Masse bleibt gewöhnlich unbenutzt und wird aus dem Fabriklocal hinausgeleitet.

Die Zersetzung der Kalkseife geschieht schneller und vollständiger, 71
wenn dieselbe zuerst gepulvert wird. Dies läßt sich bewirken durch zwei horizontale geriffelte Walzen, über welchen ein Holztrichter steht, auf den die Seifebrocken geworfen werden, um sie zwischen die Walzen zu führen. Der Apparat hat große Aehnlichkeit mit dem zur Zerquetschung der Oelsamen gebräuchlichen Walzwerke, von dem oben die Rede war. Das Gefäß, worin die Zerlegung der Kalkseife geschieht, ist entweder, wie das zur Verseifung dienende, eine Steinkufe oder häufiger eine kreisrunde Bütte, aus Faßdauben gemacht, nach oben etwas verjüngt, mit Bleitafeln ausgekleidet und mit einem spiralförmig am Boden ausgebreiteten bleiernen Dampfrohre versehen.

Die Säure wird entweder in concentrirtem Zustande als englische Schwefelsäure genommen, oder in der Concentration, wie sie gerade aus den Bleikammern kommt. Für das Eine oder Andere entscheiden nur die Preisverhältnisse und die Transportkosten, denn beide werden beim Gebrauche noch verdünnt. Gegen die viel wohlfeilere, aber natürlich höhere Transportkosten veranlassende Kammersäure spricht indessen eine von Jacquelin berichtete Beobachtung. Es soll die Ausbeute an Fettsäuren bedeutend verringert werden, wenn die angewendete Schwefelsäure auch Salpetersäure enthält, und daß die Kammersäure diese oder andere Stickstauerstoffverbindungen enthält, ist unleugbar. Die schädliche Einwirkung dieser Verunreinigung wurde dadurch dargethan, daß eine Fabrik in der Nähe von Paris immer mehr Fettsäuren erzielte, wenn man vor und während des Verseifens schweflige Säure in die Verseifungskufe leitete. Jacquelin suchte zu zeigen, daß das Gleiche erreicht werde, wenn man die schweflige Säure, anstatt in die Schmelzkufe zu leiten, mit der salpetersäurehaltigen Schwefelsäure zusammenbringe, ehe sie auf die Seife einwirkte, und der Versuch entsprach seinen Erwartungen.

Die Menge der Schwefelsäure richtet sich natürlich nach derjenigen des Aetzkalks; sie aber rein aus theoretischem Anhaltspunkt berechnen, geht nicht gut an. Der angewandte Kalk ist niemals rein (Ca O), sondern enthält theils thonige Beimengungen, oder hat Kohlensäure und Feuchtigkeit angezogen. Auf 28 Gewichtstheile reine Kalkerde (Ca O) werden 49 Gewichtstheile Schwefelsäurehydrat (SO_3 HO) gefordert. Die oben angegebenen Gewichtsmengen der beiden Substanzen entsprechen ziemlich gut diesem Verhältnisse. In einigen Fabriken nimmt man aber bis zu 10 Proc. Ueberschuß an Schwefelsäure über die von der chemischen Proportionslehre verlangte Menge. Die Dauer der Zersetzung beträgt ungefähr drei Stunden. Es bedarf keiner Erwähnung, daß während der ganzen Zeit die Flüssigkeit durch Dampf warm erhalten werden muß.

Nachdem alle Fettsäure vom Kalke abgeschieden ist, sperrt man den Dampf ab und läßt die Flüssigkeit einige Zeit lang ruhen, dadurch scheidet sich ein großer Theil des gebildeten Gypses am Boden der Kufe ab, darüber steht die noch freie Säure und etwas Gyps gelöst haltende, wässerige Flüssigkeit, und obenauf schwimmt das noch flüssige Gemisch der Fettsäuren.

72 **Das Waschen** der letzteren ist die nächste vorzunehmende Arbeit. Der Apparat besteht ebenfalls aus einer runden mit Bleitafeln ausgefütterten Kufe, in welche ein Bleirohr Dämpfe führt, da das Waschen unter Erwärmung vor sich gehen muß. Man schöpft gewöhnlich die noch flüssigen Fettsäuren mittelst einer Kelle und eines Kännels in die Waschkufe, oder zapft sie durch einen Hahn ab, der um nur ganz wenig höher steht, als das gypshaltige Wasser in der Zersetzungskufe. Die zur Waschung dienende Säure ist verdünnte Schwefelsäure von etwa 12° B. (specif. Gew. 1,089). Die Operation hat den Zweck, die letzten Antheile von Kalk und Gyps aus den Fettsäuren zu entfernen. Man fügt gewöhnlich die Abfälle von Fettsäure hinzu, die durch etwas Eisenseifegehalt dunkel gefärbt sind, um auch diese zu Gute zu machen. Bei dieser sauren Waschung wird die Masse einige Zeit lang umgerührt, dann ruhig sich selbst überlassen, damit die Fettschicht sich klar oben abscheide, und sobald dies geschehen ist, diese mittels einer Pumpe in eine daneben stehende ganz ähnliche Kufe abgezapft, worin eine zweite Waschung, jedoch nur mit Wasser, vorgenommen wird.

73 **Das Erstarrenlassen** der Fettsäuren läßt man jetzt gewöhnlich in flachen, länglich viereckigen Weißblechgefäßen, die am Rande etwas weiter sind, als am Boden, vor sich gehen. Gewöhnlich füllt man diese Formen, deren jede etwa 2 Maß (3 Liter) Wasser faßt, einzeln und stellt sie gefüllt auf ein Gerüst, um den Säuren Zeit zum Erkalten zu lassen, oder, wie es in einigen größeren Fabriken der Fall ist, die flüssigen Fettsäuren werden mittelst einer Pumpe in die entleerte und schon auf dem Gerüste stehenden Formen in der Weise gegossen, daß das Fett nur in die obersten fließt und von diesen aus in die nächst untere Reihe, bis alle gefüllt sind. Diese Einrichtung erfordert, daß die Blechformen etwas unter dem Rande seitlich eine Ausflußmündung haben, aus welcher, nachdem die Form etwas mehr als halb voll ist, der Ueberschuß des Fettes in die un-

n ablaufen kann; diese ist so aufgestellt, daß ihr Rand nach der einen
n etwas hervorsteht. Die Ausgußmündung dieser untern Form ist auf
en Seite, wenn die der obern sich auf der rechten befindet, so daß das
Zickzack durch die ebenfalls im Zickzack aufgestellten Formen herabfließt.
ungelbe, erstarrte Fettmasse wird nun behufs der Trennung der starren
von der flüssigen verschiedenen Pressungen unterworfen.

Kaltes Pressen. Jedes einzelne der Brode, wie sie sich in den Formen 74
, wird in ein Preßtuch eingeschlagen. Dasselbe ist ein sackförmiges, grobes
webe. Die gefüllten Preßsäcke werden zwischen starken Eisen- oder Zink-
auf den Preßtisch einer hydraulischen Presse aufgeschichtet und einem sehr
g steigenden Druck unterworfen. Ein Theil der Oelsäure tropft ab und
rre Rückstand ist fester und etwas weniger dunkel gefärbt geworden, als die
sse vor dem Pressen war.

Nachdem diese Operation beendigt ist, werden die Preßkuchen aus den Tü-
herausgenommen und in einer der Waschkufen oder einem ähnlichen Appa-
eingeschmolzen. Die geschmolzene, jetzt an Stearinsäure reichere Masse wird
r in ähnliche Formen gebracht, wie für das erste Erstarren, und nachdem
arin festgeworden, wird damit

das warme Pressen vorgenommen. Hierzu dient in allen besser einge- 75
teten Fabriken eine liegende hydraulische Presse, d. h. der große Kolben der
aulischen Presse sammt den von ihm bewegten Preßplatten bewegt sich in
gontaler Richtung. Die Preßsäcke und Zwischenplatten stehen aufrecht, wo-
dem flüssigen Theile des Fettes das Abfließen erleichtert ist. Derselbe sam-
sich in einem unter der Presse stehenden Troge. Die einzelnen Preßplatten
neuen Pressen sind aus Gußeisen und so dick, daß sie im Innern, ohne daß
Stärke zu sehr beeinträchtigt wird, Canäle haben können, durch welche wäh-
des Pressens Dampf einströmt. Auch hat man etwas einfachere Einrichtun-
, bei welchen über dem zur Aufnahme der Oelsäure bestimmten Troge und
ngs der Preßplatten Dampfröhren liegen, aus welchen durch viele kleine Oeff-
ungen Dampf zwischen den Preßsäcken und Preßplatten aufsteigt. Man regu-
rt den Dampfzufluß so, daß die Preßplatten eine Temperatur annehmen, die den
Schmelzpunkt der Stearin- und Palmitinsäure nicht erreicht, aber hoch genug ist,
m die Oleïnsäure dünnflüssiger zu machen, um in den Trog abfließen zu kön-
nen; ungefähr 40° C. ist als die hierzu bestgeeignete Temperatur gefunden.

Die nähere Einrichtung einer solchen Presse wird aus der unten folgenden Beschreibung aller bei der Stearinsäurefabrikation gebrauchten Apparate hervorgehen. Die abfließende Oelsäure wird in einer Tonne gesammelt und an einem möglichst kühlen Orte stehen gelassen. Hierdurch krystallisirt Talgsäure und Palmitinsäure, die vermöge der Temperaturerhöhung in der Oleïnsäure gelöst waren, aus. Diese ausgeschiedenen festen Säuren werden gesammelt, der kalten Pressung unterworfen, und in gleicher Weise wie das ursprüngliche Fettsäuregemisch behandelt. Die starren Fettsäuremassen, welche in den Preßtüchern der warmen Presse

geblieben sind, fühlen sich hart und trocken an und sind weiß. Von vielen Fabrikanten werden diese Preßkuchen, um sie oberflächlich mehr zu bleichen, einige Tage lang dem Lichte ausgesetzt, und ehe sie weiter verarbeitet werden, nach dem Grade der Weiße und Durchscheinenheit in drei oder vier Sorten in Extra, erste, zweite, dritte abgetheilt. Jede dieser Sorten unterwirft man einzeln

76 **der Läuterung.** Dies Geschäft ist ganz ähnlich dem Waschen nach der Zersetzung der Kalkseife. In der Waschkufe werden die festen Säuren mit sehr verdünnter (nur 3° B.) Schwefelsäure zusammengebracht und durch Dampf geschmolzen, von der sauren Flüssigkeit abgezogen und mehrere Male mit heißem, wo immer möglich kalkfreiem Wasser ausgewaschen und zuletzt durch Zusatz von wenig Eiweiß (auf je 100 Pfund Fettsäure ein Ei, mit etwas Wasser zu Schaum geschlagen) geklärt. Die so gereinigte Fettsäure wird nun entweder zum Verkauf an andere Stearinkerzengießereien in flache Brode gegossen, oder sogleich in demselben Etablissement zur Kerzenfabrikation gebraucht.

Die Ausbeute an fetten Säuren aus dem geläuterten Talge schwankt zwischen 92 und 97 bis höchstens 98 Procent. Das Fehlende ist Glycerin nebst etwaigen Verunreinigungen, die sich in dem Talge fanden. Sowohl die Beschaffenheit des Talgs als die Behandlung bedingen die ungleichen Mengen der auszubringenden Fettsäuren. Das Verhältniß der starren zu den flüssigen Säuren ist ebenfalls ein nicht ganz unveränderliches. Unter den günstigsten Verhältnissen lassen sich 49 Procent Stearinsäure aus 100 Theilen geläuterten Talges gewinnen, aber es kann die Ausbeute an diesem Bestandtheile selbst bis zu 42 Procent herabsinken.

77 **Apparate** zur Verseifung, Zersetzung der Seife, zum Auswaschen und Formen der Fettsäure finden sich vielleicht am genauesten beschrieben und gut abgebildet von Jacquelin in seinem Berichte über die Stearinsäurefabrikation der Firma Jaillon, Moinier Cie in La Villette bei Paris. Wir entnehmen mit wenigen Ausnahmen Zeichnung und Beschreibung der Apparate diesem Berichte.

Fig. 61. *A* die Schmelz- und Verseifungskufe aus Steinplatten, *l* die Abzweigung des von einem großen für das ganze Etablissement berechneten Kessels ausgehenden Dampfrohrs *K*.

B die Zersetzungskufe, ebenfalls aus Steinplatten und mit einem Dampfrohre *l* versehen.

C die Kufe für die saure Waschung, aus Faßdauben und mit Bleitafeln gefüttert. *o* Dampfröhre für freies Ausströmen des Dampfes, *p* eine andere Dampfröhre, die nur durch Erhitzung ihrer Wände auf den Inhalt von *C* erwärmend wirkt. Sie ist nicht offen, am Boden der Kufe in Form einer Spirale gebogen und verlängert sich in einem aufrecht geführten Stücke über den Rand von *C*. *m* Holzkännel zum Uebergießen des Fettes, *r* die Schicht der verdünnten Säure, *s* die Schicht der verkohlten organischen Substanzen, *t* die Fettsäureschicht, *u* das Saugrohr einer Pumpe (sogenannten hydroballistischen Pumpe), am

untern erweiterten Ende mit einer flachen Platte *v* versehen, damit mit der aufgesogenen Flüssigkeit keine festen Theilchen aufsteigen können, *x* ein Lufthahn, *y* Hahn zum Entleeren der im Heber hängen gebliebenen Fetttheile, *a* das gußeiserne Pumpgestell, *b'* die Bewegungsstange, die ihre Bewegung von der Axe *e* mittelst eines Krummzapfens und der Kurbelstange *c'* erhält, *f'* ein Riemen, mittelst dessen die Rolle *e'* und von ihr aus die Axe *d'* ihre Drehung erhält, *g'* Schwungrad, *h* Ausrückgabel für den Riemen von der leer laufenden Rolle auf die feste und umgekehrt.

D die Kufe für die zweite Waschung mit Wasser, es ist noch eine weitere Kufe (in der Zeichnung nicht angegeben) vorhanden, um darin eine dritte Waschung ebenfalls mit Wasser vorzunehmen. Alle drei Waschkufen haben dieselbe Einrichtung und Größe. An der Kufe *D* ist eine ähnliche hydroballistische Pumpe angebracht.

Fig. 62 ist die Vorderansicht des Holzgerüstes *A*, auf welches die Blechformen *C* in der oben angedeuteten Weise auf die horizontalen Eisenspangen *B* aufgestellt sind.

Fig. 62.

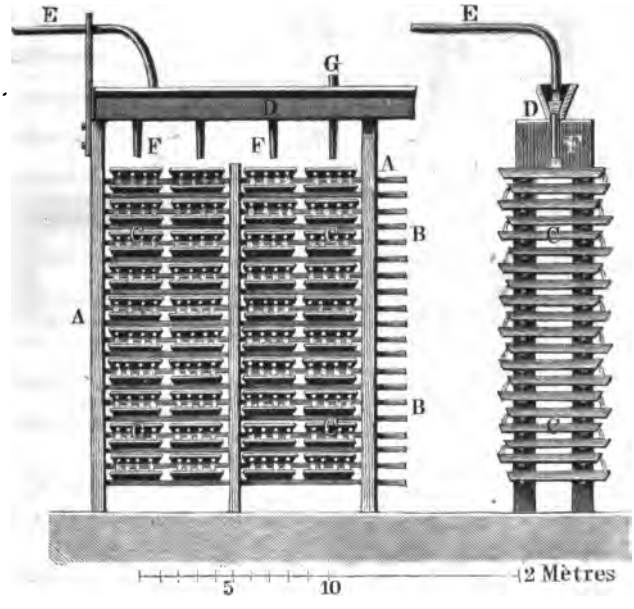


Fig. 63.

Fig. 63 ist die Seitenansicht des gleichen Gestells, *D* ein Holzkännel über die ganze Länge des Gestells gehend, *FF* Dillen von Blei, durch Holzzapfen *G* verschließbar, um den Zufluß der Fettsäuren auf die Formen *C* zu bewirken, oder wenn sie bis zu der untersten Reihe gefüllt sind, unterbrechen zu können.

Fig. 64 iſt die Vorderanſicht einer mit Fettſäurebroden *H* beſchickten hydrauliſchen Preſſe, *II* Sammeltrichter für die vom Preßtiſche ablaufende Oelſäure, *JJ* und *KK* Leitcanäle, um die Oelſäure in das Reſervoir *L* abfließen zu

Fig. 64.

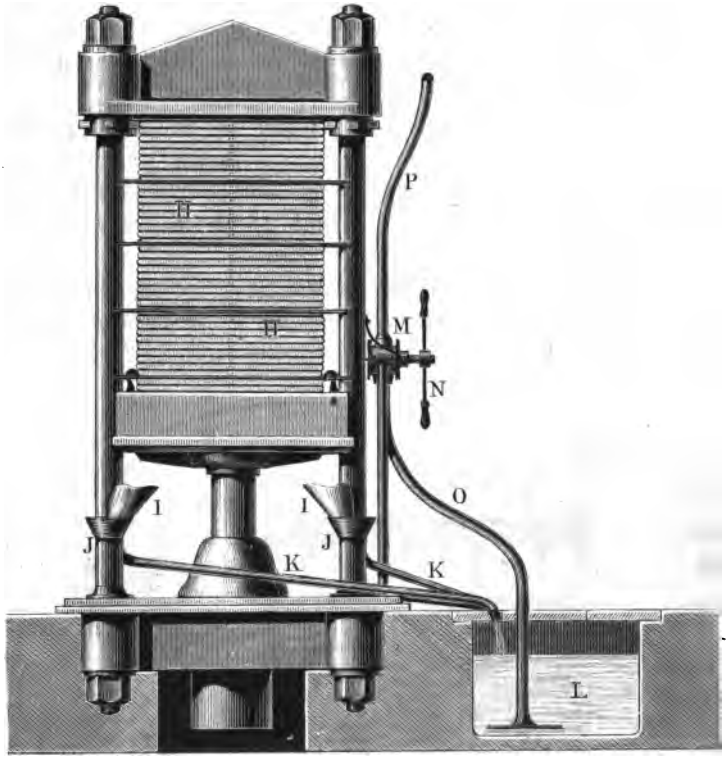
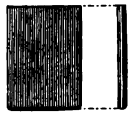


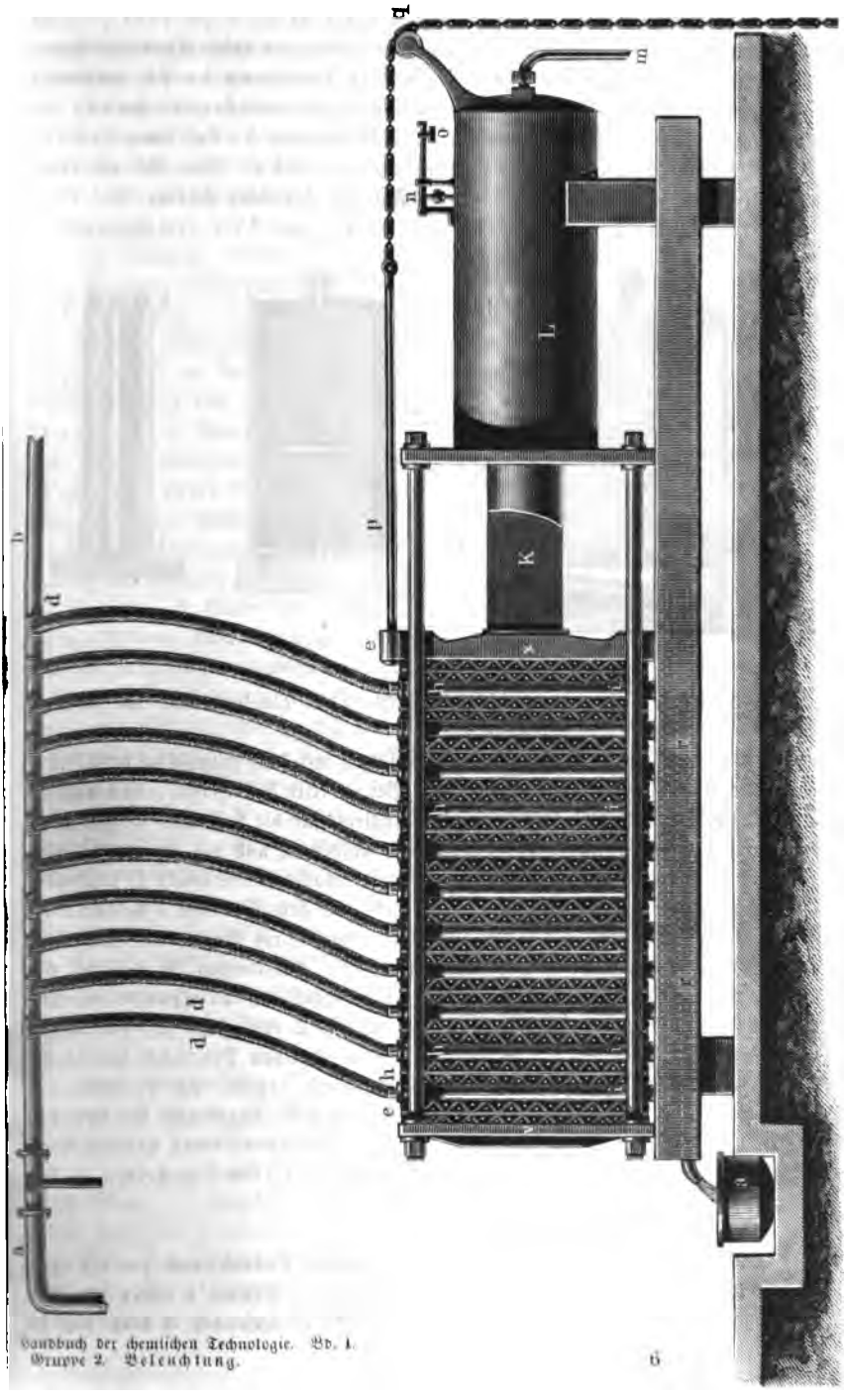
Fig. 65.



laſſen, *O* Saugrohr einer hydroballiſtiſchen Pumpe *M*, die durch den Hebel *N* bewegt wird und deren Abflußrohr *P* in ein Gefäß zum Waſchen und Sammeln der Oleïnſäure mündet.

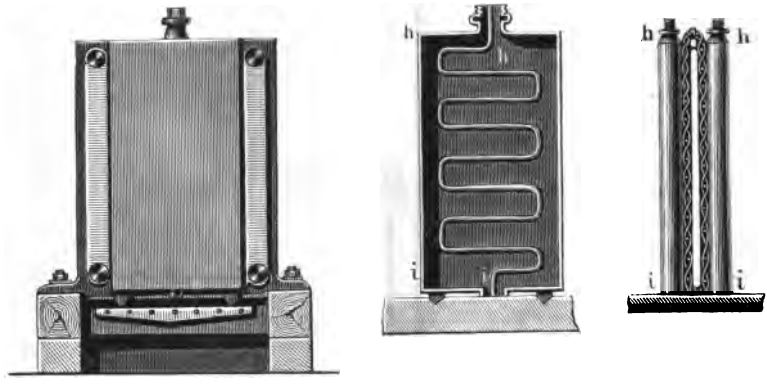
Fig. 65 iſt ein Preßſack aus grobem Haargewebe von der Vorder- und Seitenanſicht.

Fig. 66 eine Verticalanſicht einer liegenden hydrauliſchen Preſſe der Länge des Stempels und Preßtrogs nach. Fig. 67 (S. 82) ein Durchſchnitt quer über den Preßtrog und parallel den Preßplatten mit beweglichen Dampfzuleitungsröhren und hohlen Zwiſchenplatten. *a b* iſt das vom Dampfkeſſel ausgehende Kupferrohr, der Dampf ſtrömt in alle daran befeſtigten Leinwandſchläuche *d e* von ganz derſelben Beſchaffenheit, wie die gewöhn-


L
K
m
n
o
p
e
h
d
b
a

lichen Feuerspritzenschläuche. Andere Pressen haben an der Stelle dieser Schläuche Metallröhren, die fernrohrartig sich ausziehen lassen und hohle Charniere haben, damit sie je nach der Stellung der zugehörigen Preßplatten *h i* sich verlängern und verkürzen können. Die Schläuche sind aber weit einfacher und halten, einmal durchnäßt, hinlänglich dampfdicht. Der Preßplatten *h i* sind etwa 24 bis 36 in einer Presse zwischen den beiden Preßdeckeln *v* und *x*. Sie sind alle innen mit einem Zickzackcanal versehen, der in Fig. 68 deutlicher sichtbar ist. Durch

Fig. 67. Fig. 68. Fig. 69.



diesen strömt der Dampf; der nicht condensirte Theil desselben und das Condensationswasser können bei *i* austreten.

In Fig. 69 sind zwei parallele Preßplatten mit dem dazwischen befindlichen Preßtuche und der Fettsäure dargestellt. Bei *m* tritt das Wasser, das von der Druckpumpe geliefert wird (die gewöhnlich zugleich für die kalte und warme Presse dient), in den Preßcylinder und bewegt den Kolben *K* und den Preßdeckel *x* gegen *v*, *n* ist ein Ventil, auf einer bis in den Hohlraum des Stiefels *L* reichenden Oeffnung sitzend und vermittelst eines Hebels mit dem Gewichte *o* belastet. *r r* ist ein Canal, der unter der Presse liegt und gegen *s*, ein Gefäß, in welches die abgepreßte Oelsäure ausläuft, etwas geneigt ist. An einigen Pressen ist eine weitere Einrichtung angebracht, vermöge deren, sobald die Druckpumpe abgestellt und das Auslaufen des Wassers aus dem Stiefel *L* ermöglicht ist, der Kolben und Preßdeckel *x* rückwärts bewegt wird, um die einzelnen Preßtücher sammt Inhalt herausnehmen zu können. Ihre Einrichtung ergiebt sich ebenfalls aus Fig. 66. An der horizontalen Stange *p* ist eine Kette angebracht, die über eine im Preßcylinder *L* befestigte Rolle *q* geschlagen ist und an deren unterem vertical herabhängenden Theil ein schweres Gewicht hängt, das den Kolben in dem Preßcylinder rückwärts führt.

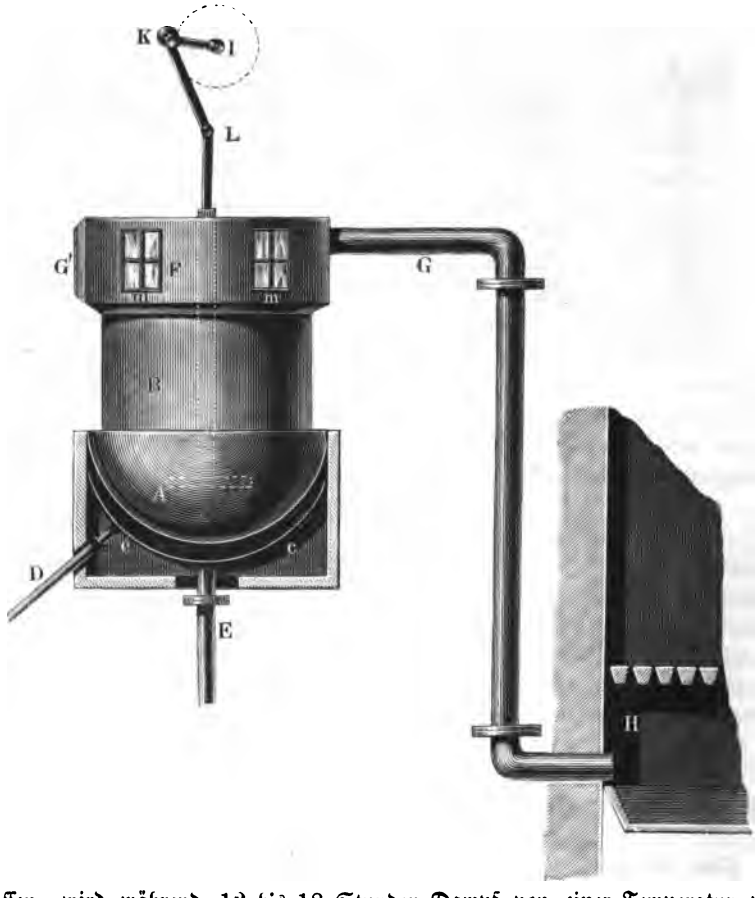
78 **Die zweite Art der Gewinnung fester Fettsäuren** hat als theoretische Unterlage die oben erwähnten Untersuchungen Fremy's »über den Einfluß concentrirter Schwefelsäure auf Fette«. Nicht zu verkennen ist aber, daß die

heutige Praxis von einigen Angaben dieses Chemikers abweicht. Wenn Fremy ausdrücklich vorschreibt, es solle Erwärmung und damit die durch dieselbe bedingte Entwickelung von schwefliger Säure möglichst vermieden werden, so sind jetzt doch Methoden im Gebrauch, bei welchen die Erwärmung nicht nur zugelassen, sondern als nöthig erachtet wird. Auch hat Fremy mit nur einer beschränkten Anzahl von Fetten seine Untersuchung angestellt, während im industriellen Betrieb gerade darin ein Vortheil gefunden wird, daß das Verfahren sich auf eine große Menge auch sehr geringwerthiger Fette anwenden läßt. Es soll sich vielleicht bald die Hoffnung erfüllen, daß selbst ohne alle Dazwischenkunft von Säuren durch überhitzte Wasserdämpfe im großen Betriebe sich die meisten Glyceride zerlegen lassen, und dann müssen die jetzt zuerst zu beschreibenden Verfahrungsarten nur als eine Uebergangsstufe betrachtet werden. Die Mittheilungen über diese Methode lassen an Vollständigkeit manches zu wünschen. Am tiefsten in die Einzelheit eingehend sind diejenigen von Payen über die Fabrik von Masse und Tribouillet in Neuilly; Gaultier de Glaubry ergänzt den Bericht Payens. Die Beschreibung der Apparate ist einzig von Payen etwas vollständiger gegeben. Ueber die Mengeverhältnisse der Mineralsäure und des Fettes hat ferner Wilson, Antheilhaber an der größten europäischen Kerzenfabrik „Price's patent candle company" in London, einige anerkennungswerthe Angaben in einer Sitzung der Society of Arts in London gemacht. Das Verfahren besteht aus drei Theilen: 1. Einwirkung starker Schwefelsäure auf die Fette. 2. Waschen der mit Säuren behandelten Fettmasse. 3. Destilliren. Es werden in dem genannten französischen Etablissement, aber auch in einem unten zu erwähnenden in England meist Fette geringerer Qualität in dieser Weise behandelt, und zwar Thier- und Pflanzenfette, die sich zur Darstellung von Kerzenmaterial auf älterem Wege der Kalkseifebildung nicht gebrauchen lassen würden. Payen erwähnt: 1. Fette aus den Seifenwassern zum Entschweißen der Wolle. 2. Knochenfett, das durch Auskochen der Knochen, bevor sie zu Knochenkohle verarbeitet werden, gewonnen wird. 3. Küchenfettabfälle, Olivenölabsatz, Darmfett, Thranrückstände, Palmöl; es werden aber auch sogenanntes vegetabilisches Wachs und andere Fette genannt. Die Fette aus dem Schafwollentfettungsprocesse müssen zuerst von den seifehaltigen Flüssigkeiten abgeschieden werden, was am leichtesten durch Zusatz von Schwefelsäure geschieht. Das abgeschiedene Fett wird abgehoben, im Wasserbade geschmolzen, absitzen lassen, das Klare abgezogen und der Bodensatz abgepreßt, wodurch noch etwas mehr Fett gewonnen wird.

Das Behandeln der Fette mit Schwefelsäure geschieht entweder 79
in kupfernen oder in mit Blei überzogenen Eisenkesseln. Fig. 70 *A* (a. f. S.) ist der Kessel mit dem Bleiaufsatz *B* und dem Deckel *F*, in welch' letzterm das Mannloch *G'* und zwei Fensteröffnungen *m m* angebracht sind. Der Kessel *A* ist mit einem Mantel *c c* umgeben, in diesen strömt durch *D* Wasserdampf und aus demselben kann das Condensationswasser durch *E* ablaufen. *G* ist ein Rohr zum Abzug der Dämpfe aus dem Kessel *A*, es führt dieselben in den Feuerraum. *L* ist eine Rührvorrichtung, die durch eine Kurbel *I K* auf- und abbewegt wird und bewirken muß, daß die specifisch schwerere Säure sich nicht zu Boden senkt,

ſondern immer mit dem Fette in Berührung bleibt, zu dem Zwecke iſt an ihrem unteren Ende eine Scheibe befeſtigt. Die Menge der engliſchen Schwefelſäure, die zu dem Fette gebracht wird, iſt nach der Natur des letztern verſchieden, die Küchenfettabfälle und Wollentſchweißungsfette brauchen 10 bis 13 Procent, dem Palmöl werden in Paris nur 8 bis 9 Proc., in Price's Fabrik ſogar nur $5\frac{1}{2}$ Procent concentrirte Schwefelſäure zugeſetzt. Nachdem das Fett mit Säure über-

Fig. 70.



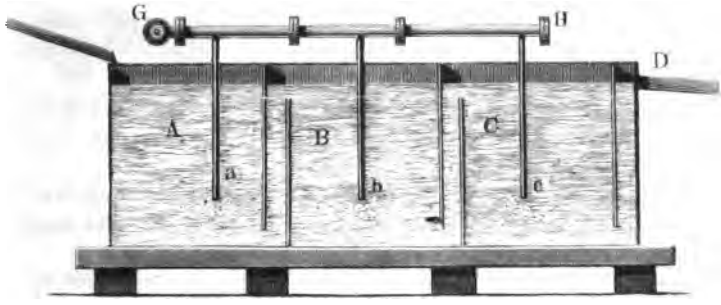
goſſen, wird während 12 bis 18 Stunden Dampf von einer Temperatur von 110° bis 115° C. einſtrömen gelaſſen, ſo lange die Einwirkung dauert öfters Proben gezogen, um aus dem Verſchwinden der anfangs eintretenden violetten Färbung und der Zunahme der Conſiſtenz der herausgenommenen und erkaltenden Fetttropfen auf den Erfolg der Säureeinwirkung ſchließen zu können.

Es ſcheint das Verfahren nach zwei Seiten hin Modificationen zuzulaſſen. In der Fabrik von Price u. Comp. ſtrebt man nach Verminderung der Säure und arbeitet bei hohen Hitzegraden, während die ſpäteren Veränderungen in der Fabrik

von Tribouillet und Masse dahin deuten, daß man später den Säurezusatz bis auf 22 Procent erhöhte, die Temperatur aber nur auf 55° bis 58° C. steigen ließ.

Das Waschen mit Wasser wird mit der hinreichend zersetzten Fettmasse, 80
nachdem sie etwas abgekühlt ist, in einem aus drei nebeneinanderstehenden Holzkufen *A B C*, Fig. 71, bestehenden Apparat vorgenommen. *A* ist bis $^1/_3$ mit Wasser

Fig. 71.



gefüllt, man läßt durch das Rohr *a*, das mit der großen Stammröhre *G H* in Verbindung steht, Dampf einströmen und zieht die noch flüssige Fettmasse mittelst eines Hebers aus dem Kessel zu dem Wasser. Durch den einströmenden Dampf wird einige Bewegung in der Kufe *A* hervorgebracht und die Flüssigkeit durch das Condensationswasser sowohl als durch Zufluß heißen Wassers bis nahe zum Vollwerden der Kufe vermehrt. Es scheidet sich dieselbe in zwei Schichten, deren obere vorzugsweise von den Fettsäuren, die untere von der verdünnten Schwefelsäure und zerlegten Glycerinschwefelsäure gebildet ist. Der Behälter *A* ist von dem Behälter *B* durch zwei Wände getrennt, keine derselben geht aber vom obern Rande bis zum Boden. Die erste läßt unten, die zweite oben eine offene Stelle, so daß die schwere wässerige saure Flüssigkeit unter der ersten Wand hindurch, in den Zwischenraum und über die zweite hinüber nach *B* fließt, sobald die Kufe *A* nahezu voll wird. Etwas mechanisch mitgerissenes Fett kann sich nun in der Kufe *B* oben ablagern, die ganz eingerichtet ist, wie *A*, und ebenfalls durch Dampf geheizt wird; die Verbindung zwischen den Kufen *B* und *C* ist ganz dieselbe, wie diejenige zwischen *A* und *B*, und was von Fettsäure nicht in den beiden ersten oben sich abschied, gelangt nach *C*. Von dort fließt die Flüssigkeit durch den Canal *D* in noch etwa drei ähnliche Kufen, nur mit dem Unterschiede, daß in jenen keine Erwärmung durch einströmenden Dampf stattfindet.

Daß eine wesentliche Veränderung in dem Fette vorgegangen, wird durch die Wahrnehmung constatirt, daß die so behandelten Fettmassen ziemlich erhöhte Schmelzpunkte zeigen.

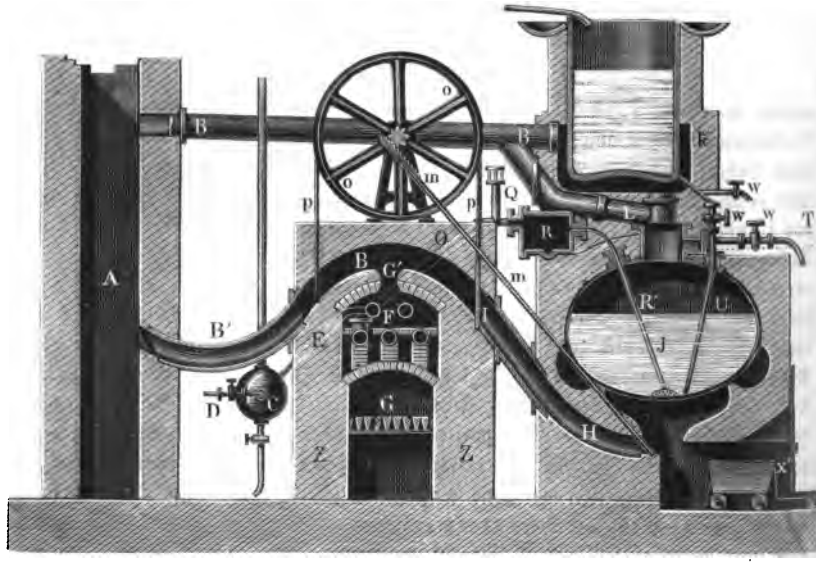
Es ſchmelzen nämlich:

	Knochenfett und Küchenabfälle:	Palmöl:
im gewöhnlichen Zuſtande bei . . .	24° C.	30° C.
nach der Behandlung mit Säure . .	36° C.	38° C.
nach dem Waſchen	38° C.	44° C.

81 **Der neueſte Apparat,** welcher in der Fabrik zu Neuilly zur Deſtillation dient, iſt der nachfolgend beſchriebene. Die Deſtillation wird unter Zuſtrömen überhitzter Waſſerdämpfe betrieben und deren Wirkung in den Deſtillirblaſen wird unterſtützt durch gleichzeitiges Erhitzen dieſer letzteren von außen. Dieſer Apparat unterſcheidet ſich von den früheren in dieſem Etabliſſement aufgeſtellt geweſenen hauptſächlich dadurch, daß die Deſtillirblaſe durch das abgehende Feuer, das zur Erhitzung des Dampfes diente, mittelſt eines den Hitzegrad regulirenden Regiſters und nicht mehr durch Metallbäder mit eigener Heitzung erhitzt wird.

Fig. 72 iſt ein ſenkrechter Durchſchnitt, Fig. 73 der Grundriß des Apparates. Es iſt *D* ein Dampfrohr, das von einem in der Figur nicht angegebenen

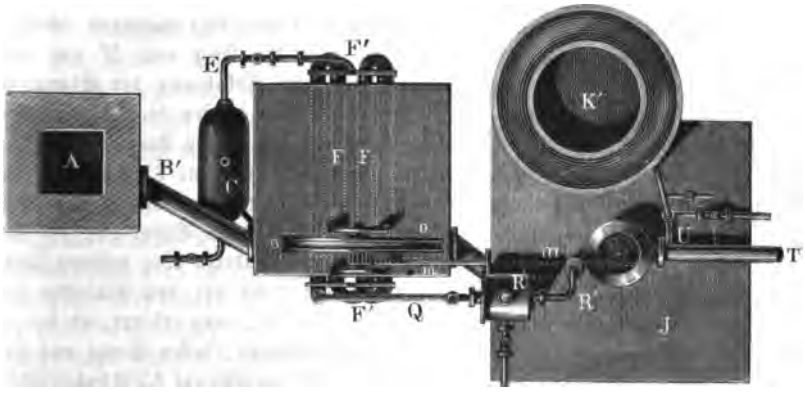
Fig. 72.



Dampfkeſſel nach dem Behälter *C* führt, aus dem die condenſirten Dämpfe durch eine unten angebrachte Röhre ablaufen. Die Dämpfe gehen durch das Rohr *E* in die horizontal und im Zickzack liegenden Röhren *F F*. Dieſelben liegen über dem Feuerraume *G* des Heerdes *Z*, und die darin circulirenden Dämpfe werden durch das auf dem Roſte *G* angebrachte Feuer überhitzt, ſtrömen ſodann durch ein Leitungsrohr in den Behälter *R*, in dem ſich die etwa von der Blaſe *J* aufgeſtiegenen Fetttheile abſetzen können. An dieſem Rohre findet ſich ein ſenkrech-

tes Anſatzrohr *Q*, auf deſſen oberem Ende ein Ventil, das ſich nach innen öffnet, ſitzt und der äußern Luft Eintritt geſtattet für den Fall, daß in *R* bis *C* u. ſ. w.

Fig. 73.



ein leerer Raum entſtehen ſollte. Von *R* führt das Rohr *R'* nach der Blaſe *J*, dies Rohr iſt unten mit einer Brauſe verſehen, damit der Dampf in vielen kleinen Strahlen daraus ausſtröme. Die Blaſe *J* hat ein Abzugsrohr *T*, das in einen Condenſationsapparat mündet. Dieſer beſteht in einem Schlangenrohr, das im inneren Waſſerbecken liegt. Die beliebige Conſtructionen zulaſſende Condenſations-Einrichtung iſt in die Abbildung nicht aufgenommen. Ueber der Blaſe ſteht ein Keſſel *K'*, der durch die Röhre *U* mit der Blaſe verbunden iſt. In demſelben werden die Fette vorgewärmt. Dieſer Keſſel iſt am obern Rande ringsum mit einer Rinne verſehen, damit beim Füllen deſſelben nicht Fett verſchleudert werden könne. Mittelſt mehrerer Hähne, die am obern Theile der Röhre *U* angebracht ſind, kann man das Fett aus *K'* auch an beliebige Orte nach Außen ablaufen laſſen; man kann, ſelbſt wenn die Abzugsröhre *T* verſchloſſen und die Verbindung zwiſchen *K'* und *J* unterbrochen wird, die Röhre *U* als Steigröhre benutzen, durch welche das flüſſige Fett in *J* mittelſt Dampfdrucks aufwärts getrieben und durch die unterſten der drei Hähne ausfließen gelaſſen werden kann. Die äußere Erhitzung der Blaſe *J* und die Regulirung der Hitze geſchieht auf folgende Weiſe: die heißen Gaſe, Flammen ꝛc. der Feuerſtätte *G* ſtrömen durch *G'* und haben von dort zwei Auswege, rechts nach *B'* oder links nach *H*. Beim Beginne des Heizens iſt der Canal *B'* aus ſogleich zu erörternden Gründen geſchloſſen, der heiße Luftſtrom wendet ſich deshalb nach rechts durch *H* in den Raum *r'* unter die Blaſe *J*, circulirt in den Zügen *B* und ſteigt hinter der Blaſe *J* in die Höhe, wo er entweder in den Zwiſchenraum zwiſchen *K'* und *K''* eingelaſſen und nach *B* und dem Kamin *A* geführt werden kann, wenn man den Inhalt von *K'* erwärmen will, oder von wo man ihn direct von *L* nach *B* und *A* leitet, wenn *K'* hinlänglich erwärmt iſt. Die heißen Gaſe treffen auf ihrem Wege von *G'* nach *I* am Ausgange des Canals *H* auf eine Metallſtange *m*, die oben eine Verzahnung trägt, die mit dem Drehling *N* in Verbindung ſteht und dieſen

wie die auf der gleichen Axe sitzende Rolle *o* im einen oder andern Sinne dreht, je nachdem diese Stange *m* sich verlängert oder verkürzt. Ueber der Rolle *o* hängt eine Kette *p* und diese trägt an beiden Enden Schieber. Bei stärkerer Erhitzung der Stange *m* verlängert sie sich und bewegt die Scheibe *o*, so daß der Schieber rechts sich senkt und den Canal *H* ganz oder theilweise schließt; es werden in diesem Falle die heißen Gase mehr den Weg nach *B'* und dem Schlot *A* direct suchen und zwar so lange, bis durch Abkühlung der Stange *m* diese sich wieder verkürzt und den Schieber, der *H* verschlossen hielt, hebt. Um die Blase *I* im Anfange der Operation durch ein gesondertes Feuer erhitzen zu können, ist in dem Heerde, in welchem sie eingemauert ist, eine Thür angebracht, durch die ein eisernes Wägelchen mit glühenden Kohlen beladen eingefahren werden kann; der Boden dieses Wagens bildet einen Rost und die Eisenbleche *xx'* bewirken, daß die von Außen eindringende Luft keinen anderen Weg nehmen kann, als durch diesen Rost. Die Temperatur, die der Blase vor dem Einleiten der überhitzten Dämpfe gegeben wird, ist 250° bis 300° C., man erkennt, ob sie getroffen ist, an einem in dieselbe eingesenkten Thermometer, dessen Scala aus derselben hervorragt; die Temperatur der Dämpfe wird ebenfalls auf 250° bis 300° C. gesteigert. Je nach der Natur des Fettes lassen sich größere oder geringere Mengen flüchtiger Fettsäuren durch die Destillation mit den Dämpfen verflüchtigen, immerhin aber bleibt etwas Rückstand in Form einer braunen harzigen Masse. Wäre dies nicht der Fall, so ließe sich die Destillation durch immerwährendes Nachfließenlassen von Fett aus dem Kessel *K'* ununterbrochen betreiben, so aber ist ein zeitweiliges Reinigen der Blase von eben diesen Rückständen nothwendig. In den Apparaten älterer Art, worin man 19 bis 22 Centner Fett auf einmal in die Blase brachte und völlig abdestillirte, bedurfte es hierzu 12 bis 15 Stunden. In den neueren Apparaten fährt man nicht länger als etwa vier Tage mit der Destillation fort und reinigt alsdann die Blase.

Es wird von Payen angegeben, daß beim Abdestilliren einer gewissen Fettmasse, die von Zeit zu Zeit gesondert aufgefangenen Destillationsproducte verschiedene Schmelzpunkte zeigten, und eigenthümlich ist, daß bei Küchenfett und Rindertalg die Schmelztemperaturen derselben mit der Dauer der Operationen steigen, während die bei Palmöl immer mehr sinken, je länger man die Destillation fortsetzt.

Die Schmelztemperaturen der ersteren steigen von 40° bis 45° C., die des letzteren sinken von 54,5° C. auf 39,5° C.

Die Producte, welche an und für sich einen hinlänglich hohen Schmelzpunkt haben, werden unmittelbar zu Kerzen verarbeitet, diejenigen, deren Schmelzpunkt zu niedrig ist, werden ganz wie die durch Verseifung gewonnenen Fettsäuren durch zuerst kaltes, dann warmes Pressen von dem flüssigen Theile befreit. Nach dem warmen Pressen werden die Fette gewöhnlich noch geklärt, was durch Umschmelzen derselben in Kufen mit Wasser (das durch etwas Oxalsäurezusatz und Stehenlassen von Kalksalzen befreit ist) und durch einströmenden Dampf geschieht.

Die Ausbeute an Destillationsproducten beträgt, nach Payen, von den Fetten:

aus den Wollentschweißungsprocessen	47 bis 55	Procent
» » Olivenölabfällen	47 — 50	»
» dem Palmöl	75 — 80	»
» » Eingeweidefette	60 — 66	»
Oelsäure aus den Stearinsäurefabriken	25 — 30	»

Der braune nach dem Erkalten asphaltähnliche Retortenrückstand beträgt 6 bis 7 Procent, vom Gewicht der geringeren Fette aber nur 5 Procent, wenn Palmöl angewendet worden. Diese Rückstände können als Material zur Gasbeleuchtung dienen und ließen sich wohl auch zur Darstellung geringerer Seifen verwenden.

Das dritte Verfahren, die Fette in Glycerin und Fettsäuren zu zerlegen, ist im Großen zuerst in Anwendung gebracht worden von dem Amerikaner Tighlman, der auf dasselbe im Juni 1854 ein Patent nahm. In der Patentbeschreibung wird ausdrücklich darauf Gewicht gelegt, daß das Fett mit Wasser unter einer Erhitzung bis zu etwa 320° C. zusammengebracht, beide aber gleichzeitig einem solchen Druck unterworfen werden, daß das Wasser nicht zu Dampf werden kann. Der Apparat, den er gebraucht, ist mehrfach abgebildet, scheint aber nur für Operationen im kleineren Maßstabe wirklich zur Ausführung gekommen zu sein. Payen und Wilson haben sich für Großbritannien im Juli 1854 ein Verfahren patentiren lassen, das viel einfachere Apparate und leichtere Handhabung derselben voraussetzt, indem sie stark überhitzte Dämpfe in das Fett leiten und durch deren Einfluß allein dasselbe zersetzen. Wilson berichtete in der Londoner Gesellschaft für Kunst, daß sie durch dieses Verfahren schon viele hundert Tonnen Palmöl und andere Fette zerlegt und dabei ein sehr reines Glycerin gewonnen haben. Näheres ist über diese Fabrikationsmethode noch nicht bekannt. 82

F. Flüchtige Beleuchtungsmittel, nicht in die Classe der Fette gehörend.

Während bis in den letzten Jahrzehnten die flüssigen und festen Fette und Wachsarten, man kann sagen das ausschließliche Material zur Beleuchtung mittelst Kerzen und Lampen waren, haben jetzt eine Reihe anderer Stoffe ziemlich ausgedehnte Verwendung zu dem gleichen Zweck gefunden. 83

Es gehören dahin: 1. natürlich vorkommende durch Umdestilliren und andere Mittel gereinigte flüchtige Oele und 2. Producte der trocknen Destillation verschiedener organischer Stoffe.

Camphin. Der Name Camphin ist im Verlaufe der Zeit von dem, was man ursprünglich darunter verstand, auf eine Reihe davon ganz verschiedener Körper übergegangen. Das erste Product, das unter diesem Namen oder als 84

»Leuchtſpiritus« im Handel vorkam, war rectificirtes Terpentinöl, mit Weingeiſt verſetzt. Ungefähr 38 Gewichtstheile des erſtern wurden gemiſcht mit 100 Gewichtstheilen Weingeiſt von 96° Tralles (0,812 ſpecif. Gewicht), ein Verhältniß, in welchem der Weingeiſt von dieſer Stärke mit Terpentinöl geſättigt iſt. Dies Product war wegen des Weingeiſtpreiſes ſowohl als der Arbeit des Rectificirens der beiden Beſtandtheile, bald als zu theuer befunden, und an ſeine Stelle trat zunächſt, nachdem die Beſorgniſſe vor Gefahr wegen zu großer Flüchtigkeit und ſtarken Rußens ſich als größtentheils grundlos erwieſen hatten, das nur durch Rectification gereinigte Terpentinöl. Das gewöhnliche Rectificationsverfahren beſtand in Miſchen des rohen Terpentinöls mit gleichen Theilen Waſſer, in einer nur zu $^2/_3$ mit dem Gemiſch zu füllenden kupfernen Blaſe und Zuſetzen von 1 Procent gebranntem Kalk vom Gewichte des Gemenges und Abdeſtilliren über freiem Feuer, bis alles Oel übergegangen. In der Blaſe bleibt bei Einhaltung des genannten Mengungsverhältniſſes noch $^1/_{10}$ des zugeſetzten Waſſers; von der übergegangenen aus zwei Schichten beſtehenden Flüſſigkeit wird die obere mittelſt eines Hebers abgezogen; iſt ſie noch nicht völlig klar, ſo wird ſie mit zerrupftem Fließpapier geſchüttelt, welches das Waſſer aufnimmt, bis ſie ganz waſſerhell geworden iſt, und nun filtrirt. Von 100 Pfund rohem Terpentinöl laſſen ſich auf dieſem Wege 90 bis 95 Pfund Camphin gewinnen, das in wohlverſchloſſenen möglichſt vollſtändig gefüllten Flaſchen aufbewahrt werden muß.

Die beſchriebene Methode der Rectification iſt die einfachſte und für den Zweck der Entfernung des Harzes, das zu dem Rußen der mit dem Oele geſpeiſten Lampen Anlaß giebt, ausreichend. Theurer und weniger einfach iſt die Methode, das rohe Terpentinöl über eine klare Chlorkalklöſung (aus 6 Pfd. Chlorkalk mit 75 Pfund Waſſer auf 70 Pfund Terpentinöl) abzudeſtilliren.

Es iſt nicht recht einzuſehen, worin der Nutzen des Chlorkalks liegen ſoll. Wohl mit mehr Grund wird derſelbe bei der Rectification zugeſetzt, wenn man zur Camphinbereitung, wie es wegen des höhern Preiſes des Terpentinöls zuweilen geſchieht, das ſogenannte Kienöl anwendet. Kienöl iſt das Product der Deſtillation des mit Waſſer gemiſchten Theers harzreicher Hölzer, welches immer einen etwas unangenehmen Nebengeruch hat. Ein zur Camphingewinnung aus dieſem Material empfohlenes Verfahren iſt, daſſelbe mit der gleichen Menge Waſſer zu miſchen, in welchem vorher 5 bis 10 Procent Chlorkalk fein zertheilt wurden, einige Zeit lang zu ſchütteln und dann bis auf $^1/_3$ der ganzen Maſſe vorſichtig abzudeſtilliren. Die Waſſermenge darf bedeutend verringert werden, wenn man Dampfdeſtillation anwendet, d. h. wenn man in die Retorte, worin ſich das Gemiſch befindet, einen Dampfſtrom leitet, durch den das flüchtige Oel in die Vorlage übergetrieben wird. Erſt nach mehrtägiger Ruhe des Deſtillats ſetzt ſich daraus eine Schicht Waſſer ab und die darüber ſtehende Flüſſigkeit wird ganz klar; ſie ſoll farblos ſein und beim Befeuchten von Papier damit keinen Fleck auf demſelben hinterlaſſen.

85 Dieſen Producten ſteht in ſeinen Eigenſchaften ſehr nahe das ſogenannte **Pinolin.** Unter dieſem Namen kommt ſeit mehreren Jahren das flüchtige Product der trocknen Deſtillation amerikaniſcher Harze vor, welche man der Haupt-

sache nach zur Darstellung von Wagen- und Maschinenschmiere verwendet. Man gewinnt dies Product in folgender Weise. Eine Blase, die etwa 1000 Pfund Harz faßt, wird beschickt und die Erwärmung langsam eingeleitet. Es geht im Anfang eine saure Flüssigkeit über, sie ist theils ein Essigsäure und zum Theil Ameisensäure enthaltendes Wasser, theils ein flüchtiges Oel. Dies letztere beträgt nur etwa 2 Procent vom ganzen Gewichte des Harzes und trägt bei den Fabrikanten solcher Producte den Namen Essenz, „vive essence". Dieselbe hat einen terpentinartigen Geruch und reagirt etwas sauer. Zu allen Verwendungen, wozu das Terpentinöl gebraucht wird, kann sie nicht dienen, da sie nicht so leicht verharzt und sich mehr verflüchtigt, als dieses, weshalb die Firnißfarben, welchen man sie beimischt, nach dem Trocknen matt und mürbe werden. Als Beleuchtungsmittel wird sie brauchbar gemacht durch Behandeln mit kaustischer Natronlauge, durch welche ihr die saure Reaction genommen wird, und darauf folgendes Abdestilliren mittelst Wasserdampf. Dieselbe ist bei länger dauernder Luftberührung dem Verharzen ausgesetzt, sie muß daher stets in wohlverschlossenen Flaschen aufbewahrt und so viel möglich im frischen Zustande verbraucht werden. Melsens schüttelt diese Oele noch mit $^1/_{12}$ Volum Salpetersäure in Steinkrügen, bis es bräunlich geworden, zieht die ölige Masse von der Säure (die ein zweites Mal brauchbar ist) ab, und unterwirft sie einer neuen Destillation unter Zusatz von etwas Kalkmilch. Er giebt an, daß die auf diese Weise behandelten Oele sich viel besser aufbewahren lassen, als die gewöhnlichen Harzöle. Die Lampen, worin man es brennt, haben ganz ähnlichen Bau, wie die Camphinlampen.

Die Eigenschaften des reinen Camphins fallen mit denjenigen des Terpentinöls zusammen. Das ist ein Kohlenwasserstoff von der allgemeinen Formel: $n C_5 H_4$, ein Glied aus der sogenannten Camphengruppe. Es hat einen eigenthümlichen Tannengeruch und den brennenden Geschmack des Terpentinöls, siedet bei etwa 160° C. und hat Neigung zum Verharzen durch Luftberührung; sein specif. Gewicht ist 0,8.

Die Eigenschaften des Pinolin kommen jenen des Camphins ziemlich nahe, es hat einen angenehmen, fast thymianartigen Geruch, ist wasserklar, hat eine dem Terpentinöl fast gleiche Zusammensetzung und ein diesem nahekommendes specifisches Gewicht. Die zu dessen Verbrennung geeigneten Lampen haben eine den Camphinlampen ähnliche Construction.

Beleuchtungsmaterialien, welche durch trockne Destillation gewisser organischer Körper erhalten werden. — 86
Während in England und Belgien die Anwendung der Kohlennaphta zur Speisung besonders construirter dochtloser Lampen eine längst bekannte Sache war, ist die eigentliche Erfindung der Herstellung von Beleuchtungsmaterialien aus verschiedenen Theersorten erst in den letzten zehn Jahren gemacht worden. — Die erste Fabrik der Art wurde von James Young errichtet, darauf folgten bald andere, zuerst in England, dann in Belgien, Frankreich und Deutschland, welche mit den verschiedensten Rohstoffen arbeiten und bald die leichten Theeröle zur Beleuchtung, bald die Schmiermittel, bald das Paraffin zum Hauptgegenstand der Fabrikation machen. So verarbeitet Young die schottischen Bogheadschiefer,

aus denen 8 bis 9 Procent leichte Oele und 2 Proc. Paraffin gewonnen werden, die aber vorzüglich zur Darstellung von Maschinenöl für Spinnereien ꝛc. dienen, während eine Gesellschaft in Hamburg dasselbe Material auf feines Mineralöl und Schmieröl benutzt. Obgleich sich in Irland ungeheure Lager von Torf vorfinden, so wird dort doch nur wenig Oel daraus fabricirt, sondern das Hauptproduct ist Torfkoke und Düngerstoffe. Wiesmann und Comp. auf der Augustenhütte in Beuel bei Bonn, das erste deutsche Etablissement dieser Art, verarbeiten eine sehr bituminöse Blätterkohle, Göller und Comp. eine erdige, sehr paraffinhaltige Braunkohle, die gräflich Ledebur'sche Paraffinfabrik zu Schoebrig bei Aussig an der Elbe eine lignitische Braunkohle u. s. w.

Die Fabrikation der Beleuchtungsstoffe aus Theer beschränkt sich also nicht allein auf den Theer aus Steinkohlen, Braunkohlen und Torf, sondern erstreckt sich auch auf Kohlenschiefer, Brandschiefer, bituminöse Kalke und Mergel. Auch natürlich vorkommendes Erdpech und Erdöl werden als Material benutzt. In verschiedenen Steinölquellen ist Paraffin nachgewiesen, während mehrere Erdharze, so in Galizien, Siebenbürgen und der Moldau der Ozokerit, nach Hofstätter's Untersuchung in der Zusammensetzung wie auch in sonstigen Eigenschaften mit dem Paraffin aus den obigen Materialien übereinstimmen und sich nur durch den Schmelzpunkt vom letzteren unterscheiden. Ueber ein Vorkommen solches unreinen Paraffins, welches zu Borystow bei Drobrobietz in Galizien gefunden wurde, berichtet R. Doms Folgendes: »Sehr häufig in der Nähe unserer Salzformationen am Rande der Karpathen kommen mächtige Thonmassen, angeschwängert mit Bergtheer, einer Lösung von Ozokerit, Paraffin, Brandharzen und Asphalt in Steinöl, vor. Die Gewinnung dieses Bergtheers zur Darstellung des letzteren, um solches wie Camphin in Lampen zu verbrennen, worauf ich ein Patent für die Monarchie genommen habe, veranlaßten mich, in Borystow einen Schacht abzuteufen, hoffend, dieselben Verhältnisse zu finden, wie in Baku am Kaspischen Meere, wo einfache Brunnen ungeheure Mengen Naphta liefern. Wenige Spatenstiche unter der Oberfläche fängt der bituminöse Thon an, der bei einem Schachte, den ich abteufte, in der siebenten und achten Klafter am meisten mit Theer durchdrungen ist, in welcher Tiefe auch allein der Ozokerit in Ballen in dem Thon eingeschlossen vorkam, und habe ich bei $^2/_3$ Kubikklafter Erdaushebung 220 Pfund rohen, ausgeschmolzenen Ozokerit erhalten. In den unteren Klaftern ist der Thon weniger bitumenreich, doch habe ich durch Bohren bis zum sechszehnten Klafter noch nicht sein Liegendes erreicht.«

87 Alle die genannten Fossilien liefern, der trocknen Destillation ausgesetzt, neben Wasser und Gasen eine dicklich ölige Flüssigkeit, welche man schlechtweg mit dem Namen **Theer** bezeichnet.

Die verschiedenen Theersorten, welche von mehreren Chemikern untersucht worden sind, bestehen aus Körpern von den verschiedensten Eigenschaften; es sind darin nachgewiesen worden:

1. Neutrale, flüssige und starre Kohlenwasserstoffe, erstere im Allgemeinen mit dem Namen Photogen belegt. Sie bestehen hauptsächlich aus Körpern, der Benzolreihe angehörend, Benzol, Toluol ꝛc., aber auch andere Kohlenwasserstoffe

sind darin gefunden worden, wie Propyl, Butyl, Amyl u. s. w., die ein Aequivalent Wasserstoff mehr als Kohlenstoff enthalten.

2. Säuren, als Buttersäure, Essigsäure, Metacetonsäure ꝛc.

3. Basen, als Ammoniak, Leucol, Anilin, Picolin, Lutidin, Pyridin, Pyrrhol ꝛc.

4. Kreosot und Phenylalkohol (Carbolsäure) und endlich harzähnliche Körper, Wasser und Verunreinigungen durch Asche und Kohlenstaub.

So einfach an sich die trockne Destillation der bituminösen Fossilien ist, so 88
haben die bisherigen Erfahrungen doch genügend bewiesen, daß in der Praxis sich viele, zum Theil nicht leicht zu beseitigende Schwierigkeiten entgegenstellen, und zwar um so mehr, wenn man sich allzu complicirter Apparate und Feuerungseinrichtungen bedient, die eine größere Intelligenz der Arbeiter, mehr Aufmerksamkeit und eine strenge Controle des Betriebes erheischen, was selten vollständig erreicht wird. Belford, Wagenmann, Delahaye, Bohl und Andere haben sich um die Herstellung zweckmäßiger Apparate bemüht. Wie die Sachen jetzt stehen, scheint man, so wenigstens nach dem Urtheile Bohl's, von denjenigen Apparaten abkommen zu müssen, bei welchen äußere Heizung erspart wird und worin nach Art der Meiler- und Koksverkohlung durch die Hitze, welche die unvollkommene Verbrennung eines Theils des Materials liefert, die flüchtigen Bestandtheile der übrigen Masse ausgetrieben werden. Es ist bei diesem Verfahren nachtheilig die Beimengung der Verbrennungsproducte zu den Destillationsproducten und die Schwierigkeit der Erhaltung der richtigen Temperatur, weil viele flüchtige Bestandtheile sich in den kälteren Schichten des Rohmaterials verdichten und erst wieder aus denselben ausgetrieben werden, wenn das letztere sich dem Zustande der Verbrennung allzusehr genähert hat. Oefen, nach Art der Theerschwelöfen oder kleinen Schachtöfen mit Ventilatoren zum Aufsaugen der flüchtigen Verbrennungs- und Destillationsproducte würden zwar den Vortheil gewähren, daß der Betrieb ununterbrochen stattfinden könnte, die Erfahrungen, welche man indessen in Irland, Holland, Hannover und Oldenburg gemacht hat, rechtfertigen die Ansicht, daß das Theerschwelen der bituminösen Fossilien mit großen Schwierigkeiten verbunden und zum Behufe eines Theeres zur Photogenbereitung unpraktisch und unstatthaft ist. Dagegen hat Unger, Dirigent der Photogenfabrik in Döllnitz bei Halle a. d. S., in jüngster Zeit einen Theerschwelofen construirt, der die oben angeführten Mängel beseitigen und ein vollständiges Abschwelen der bituminösen Fossilien ohne Nachtheil der gebildeten Verbrennungsproducte bewirken soll. Dieser Ofen besteht, nach der von Unger selbst gegebenen Beschreibung, aus zwei (einem innern und einem äußern concentrisch gestellten) etwas konisch zulaufenden Mänteln, die von Guß- und Schmiedeeisen zusammengesetzt und je nach Beschaffenheit des Materials in größerem oder geringerem Abstande von einander aufgestellt sind. Beide Mäntel sind am Boden und der Decke mit starken gußeisernen Platten verschraubt und diese enthalten Oeffnungen zum Füllen und Entleeren, welche durch passende Schieber geschlossen werden können. Der Zwischenraum der beiden Mäntel dient zur Aufnahme der bituminösen Fossilien, welche der trocknen Destillation unterworfen werden sollen und ist durch acht verticale Scheidewände

in acht gleiche Abtheilungen, welche acht stehende Retorten repräsentiren, getheilt, in deren jeder sich zwei in verschiedener Höhe angebrachte Abzugsröhren befinden. Der innere, freie Raum des Cylinders dagegen dient als Feuerraum; er hat einen Centralrost, der mit einem Chamottesteingewölbe bedeckt ist, das nach der Wandung des Cylinders schachbrettartig durchbrochen ist, damit die auf dem Feuerheerde entwickelte Hitze möglichst gleichmäßig nach den Wandungen des inneren Cylinders verbreitet wird.

Ueber den Mündungen der Retorten befindet sich in einem Fülltrichter das zu destillirende Material, das einen zureichenden Verschluß bildet und in dem Maße nachsinkt, als das abschwelende Material sich setzt und die entttheerten Koaks unten abgelassen worden. Die gebildeten Gase, Theer und Wasserdämpfe entweichen durch zwei im Innern des äußern Cylinders angebrachte Röhren, welche mit schräg laufenden dachförmig vorstehenden Blechvorsprüngen verbunden sind, unter welchen die Gase und Dämpfe sich sammeln, um in dem Rohre selbst aufzusteigen und dem Abzugsrohre zugeführt zu werden. Ein gemeinschaftliches Sammelrohr führt die dampfförmigen Producte in geeignete Kühlapparate.

Damit eine möglichste Zersetzung der paraffinreicheren Producte in leichte Oele und Gase vermieden werde, befindet sich am Fuße einer jeden Retorte ein Rohr, um überhitzte Wasserdämpfe einströmen zu lassen, welche die schon größtentheils entttheerten Koaks ihrer ganzen Höhe nach durchstreichen und die vorhandenen dampfförmigen Producte mit sich fortnehmen. Nach Angaben von Unger giebt man diesem Ofen zur Verarbeitung von Braunkohlen folgende Dimensionen. Der lichte Raum zwischen den Wandungen des Cylinders beträgt 6 Zoll, die mittlere Breite jeder Retorte 3 Fuß 6 Zoll und die Höhe desselben 16 Fuß. — Hiernach hat jede Retorte einen Inhalt von circa 28 Kubikfuß, der sich nach Abrechnung der nicht füllbaren Räume auf etwa 25 Kubikfuß reducirt. Der ganze Ofen ist bei gutem Betriebe stets mit 24 bis 26 Tonnen Kohle (à 300 Pfd.) gefüllt und es können darin täglich 80 bis 100 Tonnen Kohle verschwelt werden. Diese Dimensionen erleiden nach Beschaffenheit des Materials eine Veränderung; so ist z. B. bei Anwendung des Stichtorfes der Abstand der beiden Cylinder auf wenigstens 9 Zoll zu nehmen. Ueber die Leistungsfähigkeit eines solchen Ofens ist uns bis jetzt noch nichts Näheres bekannt, jedoch dürfte derselbe anderen Theerschwelöfen, welche man in neuerer Zeit mit sehr wenig günstigem Erfolge construirte, vorzuziehen sein, indem die sich im Innern des Cylinders entwickelnde Wärme nach allen Seiten vollkommen gleichmäßig an die Wände desselben strahlt und fortwährend in diesen weiter geführt wird. Eine Ueberhitzung und damit wechselnde zu schnelle Abkühlung kann in dem Ofen um so weniger vorkommen, da derselbe stets gefüllt bleibt und das von oben kommende kältere Material nur allmälig nach unten sinkt und eben so allmälig bis zum höchsten erforderlichen Hitzgrade erwärmt wird.

Auch die Anlage von Retortenöfen, also solchen Apparaten, bei welchen das Rohmaterial in Hohlgefäßen mit Abzugsröhren eingeschlossen ist, erfordert genaue Erwägung, wie Form und Dimensionen dem einzuleitenden Vorgang am besten anzupassen seien. Es darf in dieser Frage den Erfahrungen Bohl's ein größeres Gewicht beigelegt werden. Er braucht liegende Δförmige Retorten, nach

Art der Gasretorten von 8 Fuß Länge, 30 Zoll Breite und 12 bis 13 Zoll Höhe. Die Abzugsröhren dürfen nicht weniger als 6 bis 7 Zoll lichte Weite haben, ja bei der Destillation gewisser Braunkohlen, welche viel Paraffin in den abziehenden Dämpfen liefern, das sich an den Wänden der Abzugsröhren festsetzt, ist eine lichte Weite der letztern von wenigstens 9 bis 10 Zoll zu empfehlen. Liegende Retorten werden nach Bohl jeder andern Construction vorgezogen, weil darin die theerartigen Dämpfe am leichtesten Gelegenheit haben, sich aus der Retorte zu entfernen, wodurch die Möglichkeit der Zersetzung der Dämpfe ausgeschlossen ist. Retorten, bei welchen das Abzugsrohr eine Art Helm bildet, sind als vortrefflich befunden worden.

Eine Erfahrung Bohls verdient ferner Beachtung. Die dampfförmigen Destillationsproducte setzen leichter die öligen und theerartigen Substanzen ab, als die festen Kohlenwasserstoffe — das Paraffin. Sperrflüssigkeiten, um die Gase durch dieselben treten zu lassen, dürfen aber nicht angewendet werden, weil dadurch der Druck in den Retorten vergrößert und der Aufenthalt der Gase in den heißen Räumen zum Nachtheil ihrer Eigenschaften verlängert wird. Eine zweckmäßige Einrichtung ist die, durch weite Sammelröhren die Dämpfe in Fässer oder Cysternen zu führen, damit sie in diesen die Flüssigkeiten abgeben, die Gase aber durch Röhrenleitungen streichen zu lassen, in welchen ihnen Gelegenheit geboten ist, condensirbare Bestandtheile abzusetzen. Die Abzugsröhren der Retorten und die Sammelröhren werden von außen durch Umwickelung mit feucht gehaltenen Tüchern oder durch Treufelvorrichtungen abgekühlt. Die Gase lassen sich in den Ofen unter die Retorte führen, um dort als Heizmittel zu dienen, oder sie werden unbenutzt durch hohe Kamine entweichen gelassen. Es ist begreiflich, daß die bedeutende Gasentwickelung die Condensation der Oele und des Paraffins sehr erschwert; diese finden sich in dem großen Volumen eigentlicher Gase in so feiner Vertheilung, daß sie sich den condensirenden Mitteln leicht entziehen können. Man hat die Erfahrung gemacht, daß nachdem die Gase lange, gut gekühlte Schlangenröhren passirt haben, dieselben noch nicht ihres ganzen Paraffin- und Oelgehaltes beraubt sind, sondern an einem davor gehaltenen Wergbündel immer noch gelbe, schmierige Massen absetzen. Bei Anwendung einer Condensationsvorrichtung, welche darin besteht, daß man die Gase zuletzt Röhren, Fässer oder sonstige Gefäße passiren läßt, die mit Holzspähnen, Koaks u. s. w. gefüllt sind, erhält man allerdings $^1/_{10}$ größere Ausbeute. Dieser Vortheil wird indessen durch einen vermehrten Druck und schlechtere Producte wieder aufgewogen. Auch geben die Condensationsvorrichtungen häufig Veranlassung zu Explosionen während des Ausziehens des abdestillirten Materials, weshalb sie zu verwerfen sind.

Das Material, aus dem die Retorten bestehen, ist Gußeisen. Thönerne Retorten haben sich nicht bewährt, sie liefern eine verhältnißmäßig große Menge Gas, aber wenig Theer, weil sich Dämpfe in die porösen Wände eindrängen und dort bei einer zu hohen Temperatur zersetzt werden. Nach Bohl's Beobachtungen ist ein gewisser Feuchtigkeitsgehalt des Rohmaterials (20—25 Proc.) sehr förderlich für die Theerausbeute. Derselbe führt die günstige Wirkung der entwickelten Wasserdämpfe auf zwei Ursachen zurück, nämlich: 1) daß dadurch

eine allzu hohe Erhitzung von Materialien vermieden werde, 2) daß die Wasserdämpfe als Vehikel für die Fortführung der Destillationsproducte dienen.

Wichtig ist ferner eine möglichste Zerkleinerung der Schiefer- und Braunkohlen ꝛc., damit nicht die äußeren Schichten der einzelnen Stücke zu hoch erhitzt werden, bis die Zersetzung im Innern vor sich geht, weil dadurch die nach Außen strömenden Dämpfe ebenfalls weiter zersetzt werden, als gut ist. Dagegen bietet der Schiefer in Pulverform denselben Uebelstand, indem durch ein einfaches Aufeinanderliegen den sich erzeugenden Dämpfen kein ungehinderter Fortgang geboten ist, diese aber dadurch länger als nöthig einer hohen Temperatur ausgesetzt und in Folge dessen zersetzt werden.

Hält man alle diese auf die Theerausbeute Einfluß übenden Momente zusammen, so drängt sich die Meinung auf, es müsse die Anwendung überhitzter Wasserdämpfe als Verbreiter einer gleichmäßigen Temperatur und zugleich zum Fortführen der Destillationsproducte ganz am Orte sein. Es hat wirklich in neuerer Zeit der Engländer Edward Lavender sich einen auf diese Idee gegründeten Apparat patentiren lassen. Derselbe besteht aus einem liegenden, gußeisernen Cylinder, der an seiner untern Seite mit Oeffnungen versehen ist, durch welche Wasserdampf, der in einer Röhrenleitung, die einen Feuerraum durchzieht, überhitzt worden, in den mit dem Rohmaterial gefüllten Cylinder eingeführt wird. An dessen oberen Ende ist eine Abzugsröhre für die Destillationsproducte angebracht. Ueber die Leistungsfähigkeit der Vorrichtung ist noch nichts bekannt.

Die Destillation der Braunkohlen und des Torfes beginnt bei einer verhältnißmäßig niedern Temperatur, und eine bedeutende Gasentwickelung beansprucht mindestens doppelt so große Abzugsröhren, als für Schiefer.

Die Destillationszeit beträgt für Retorten von den oben angegebenen Dimensionen und für die Blätterschiefer, die in der Nähe von Bonn auf der Augustenhütte zu Beuel verarbeitet werden, 5 bis 6 Stunden. In dem genannten Etablissement befinden sich zehn Retorten, je zwei über einem Feuer, die so beschickt werden, daß in den Zwischenräumen von je einer starken Stunde eine Entleerung stattfindet, so daß die Destillation ununterbrochenen Fortgang hat. Es wird dadurch erreicht, daß die Sammelröhren, in welche alle Abzugsröhren der Retorten münden, auf annähernd gleichmäßiger Temperatur erhalten werden.

89 Der Theer aus den verschiedenen Rohmaterialien, den Blätterschiefern, Braunkohlen, Liasschiefern, Torf u. s. w., hat im Allgemeinen die gleichen äußeren Eigenschaften. Guter Theer ist von heller, kaffeebrauner Farbe, erstarrt durch seinen Paraffingehalt beim Erkalten, reagirt fast immer alkalisch, selten sauer, und besitzt einen höchst penetranten kreosotähnlichen Geruch. An der Luft nimmt er Sauerstoff auf und erhält dadurch eine dunkelbraune Farbe, die bei einigen Theersorten in Schwarz übergeht. Sein specifisches Gewicht schwankt zwischen 0,880 und 0,975, und zwar liefert der Blätterschiefer den specifisch leichtesten und die erdige Braunkohle den specifisch schwersten Theer.

Ueber die Ausbeute verschiedener Rohmaterialien an Theer, wässerigem Destillat, kohligem Rückstand und Gasen sind große Versuchsreihen von verschiedenen

Autoren angestellt. Die Zusammenstellung dieser Resultate ist insofern lehrreich, als sie die große Verschiedenartigkeit der Zusammensetzung der benutzten Rohmaterialien beweist. Die folgende Tabelle drückt die Ausbeute verschiedener Rohmaterialien an Theer, wässerigem Destillat, kohligem Rückstand und Gasen in Procenten aus.

Materialien.	Koaks (Rückstand).	Ammoniakwasser.	Theer.	Gase.
Torf aus der Neumark	25,77	58,03	5,19	11,11
Braunkohle aus Sachsen I. .	37,66	36,69	5,96	19,69
» » » II. .	27,36	50,09	9,51	13,04
Rheinische Blätterkohle . . .	35,69	32,09	25,11	7,11
Oldenburger Stichtorf	35,31	40,00	9,06	15,63
Braunkohle von Bischoffsheim (Baiern)	41,25	46,67	1,88	10,20
Braunkohle von Wiesbach (Baiern)	37,50	52,50	4,38	5,62
	69,69	8,33	9,63	12,35

Der bei der Leuchtgasfabrikation in großer Menge fallende Steinkohlentheer kann nur in beschränktem Maßstabe zur Darstellung von Beleuchtungsstoffen dienen. Er enthält meist gar kein Paraffin, sondern nur Naphtalin, da der hohe Temperaturgrad, welcher auf die Theerdünste einwirkt, deren weitere Zersetzung verursacht.

Wir gehen über zu der Destillation des Theers und der Reinigung der 90
dabei erhaltenen Producte behufs der Darstellung des Photogens und Paraffins.

Zuerst wird der nach obigem Verfahren erhaltene Theer entwässert. Dieses geschieht meistens ohne besondere Vorrichtungen. Nach Hübner sind auf der Bitterfelder Photogen- und Paraffinfabrik die Pumpen zur Entfernung des Theers so angebracht, daß das Saugrohr ein wenig über den einige Zoll vom Boden des Bassins entfernt liegenden Hähnen, die einen genügenden Theerstand erkennen lassen, mündet. Auf diese Weise gelingt es leicht, den Theer fast wasserfrei unmittelbar in die Destillirblasen zu bringen.

Nach Bohl wird der Theer zum Behufe der Entwässerung mittelst Wasserdämpfen erwärmt. Man bringt denselben noch warm aus dem gemeinschaftlichen Sammelrohr in einen Schwarzblechständer, der mit einem doppelten Boden versehen ist. Der Theer wird in diesem Ständer (Decantirständer) durch Einströmen von Wasserdämpfen in den Zwischenraum der beiden Böden auf 100° C. erwärmt. Nach dem Erwärmen überläßt man ihn 6 bis 8 Stunden der Ruhe; nach dieser Zeit hat sich das Ammoniakwasser und ein großer Theil Unreinigkeiten, die aus Kohlenstaub bestehen, von dem Theer getrennt. Der Ständer ist mit zwei Hähnen versehen, von welchen einer dicht am obern Boden, der andere

einen Fuß höher angebracht ist. Man läßt das Wasser durch den untern Hahn ablaufen und erhält dann durch den zweiten Hahn reinen Theer. Die Entwässerung des Theers wird um so leichter und schneller erfolgen, je specifisch leichter derselbe ist; denn je näher die specifischen Gewichte zweier Flüssigkeiten zusammen liegen, desto schwieriger lassen sich diese von einander trennen. Bei sehr schweren Theersorten läßt sich die Abscheidung des Wassers vom Theer dadurch erleichtern, daß man das Wasser durch einen Zusatz von Kochsalz oder Glaubersalz specifisch schwerer macht.

Die Entwässerung des Theers ist von großer Wichtigkeit, indem sonst die Destillation desselben durch Uebersteigen sehr bald unterbrochen wird; auch ist dieses Uebersteigen der Theermasse die gewöhnliche Veranlassung von Brandunglücken in Photogenfabriken.

Der so entwässerte Theer wird nun der Destillation unterworfen. Nach dem Urtheile Bohl's und Anderer geschieht diese am zweckmäßigsten über freiem Feuer. Wagenmann schlug eine Destillation mit gespannten Dämpfen vor; Bohl hingegen hat nachgewiesen, daß hierdurch eine theilweise Zersetzung der paraffinhaltigen Oele hervorgerufen und demnach die Ausbeute vermindert wird. Zur Destillation wählt man niedere meist gußeiserne Blasen, deren Helm an der Seite sich befindet, während das Mannloch zum Füllen in der Mitte angebracht ist. Von der tiefsten Stelle des Bodens geht ein Rohr aus, das durch die Ummauerung derselben hervorragt und hier mit einem Hahne versehen ist, um eine geringe Menge des sich ausscheidenden Wassers aufzunehmen. Damit die Wirkung des Feuers möglichst vollständig ist, wird die Blase so eingelegt, daß kein Theil derselben, außer dem Mannloch, der Luft bloßgelegt ist, sogar nicht der Helm, der sich innerhalb des obersten Zuges befindet. Haben die Destillationsvorrichtungen nicht diese Einrichtung, so wird gegen das Ende schon innerhalb der Blase eine Condensation der paraffinhaltigen Oele erfolgen; diese werden dann in den um diese Zeit glühend gewordenen untern Theil der Blase zurückfallen und dort eine ähnliche Zersetzung erleiden, wie die Destillationsproducte innerhalb der Retorten, wenn man deren obern Theil zum heftigen Glühen kommen ließe.

Zur Abkühlung der Destillationsproducte verwendet man zweckmäßig bleierne, von Wasser umgebene Röhren.

Ist der Theer gut entwässert, so geht die Destillation ruhig ohne irgend eine Störung ihren Gang. Im Anfange der Destillation entweichen Gase, welche durch geeignete Vorrichtungen aus dem Destillirhause entfernt werden müssen. Sie bestehen größtentheils aus Pyrrhol und Schwefelammonium (letzteres, wenn das Rohmaterial, aus dem der Theer gewonnen wurde, schwefelhaltig war). Von der Gegenwart des Pyrrhols kann man sich durch einen mit Salzsäure befeuchteten Fichtenspahn überzeugen, der, mit den entweichenden Gasen in Berührung gebracht, sich schön purpurroth färbt.

Bei 100° C. beginnt die eigentliche Destillation. Anfangs geht noch eine geringe Menge Wasser über, nebst leichten Oelen, aber nach kurzer Zeit beginnt die Destillation des Oeles in einem starken Strahle. Der Siedepunkt des Theers zeigt sich nicht constant und variirt alle 5 bis 10 Minuten; erst nachdem eine große Menge Oel abdestillirt und die Temperatur auf 200° C. gestiegen ist, bleibt

derselbe constant und es geht dann wieder etwas Wasser mit dem Oel über, das von dem chemisch gebundenen Wasser des Kreosots und der Karbolsäure herrührt.

Wenn diese Wasserentwickelung aufgehört hat, so entsteht eine Pause in der Destillation und nur durch verstärktes Feuer kann dieselbe wieder in Gang gebracht werden. Die Oele, welche nun erhalten werden, erstarren durch ihren Paraffingehalt und werden gesondert aufgefangen. Sobald dieser Zeitpunkt eingetreten, hört man mit dem Zufließenlassen des Kühlwassers auf. Dadurch erhöht sich die Temperatur des die Kühlröhren umgebenden Wassers durch die beim Flüssigwerden der dampfförmigen Paraffinöle freiwerdende Wärme von selbst so viel, daß die Oele flüssig bleiben und ein Erstarren derselben in den Röhren nicht zu befürchten ist.

Man kann nun die Destillation bis zur Trockne fortsetzen, oder man schreitet damit nur so lange fort, bis der Rückstand beim Erkalten zu einer harten, glänzend schwarzen Masse erstarrt, welche in dem Handel unter dem Namen »künstlicher Asphalt« vorkommt. Hat man sich durch eine herausgenommene erkaltete Probe von der geeigneten Härte überzeugt, so läßt man das Feuer ausgehen, und entleert den Kessel durch einen am Boden befindlichen Hahn.

Ein Theerkessel von 500 Quart oder Liter Inhalt braucht 12 bis 14 Stunden Destillationszeit bis zur Trockne und 8 bis 10 Stunden, wenn man Asphalt gewinnen will.

Fast in allen Fabriken werden die Kessel bis zur Trockne abgetrieben, da man nicht immer einen Markt hat für die Mengen von Asphalt, welche bei dem Betriebe einer Fabrik von einigem Umfange nicht unbedeutend sind. Destillirt man zur Trockne, so erhält man zuletzt neben einer gelben, butterigen Masse, welche zum größten Theil aus Anthracen besteht, ein pomeranzengelbes Harz, während in der nun rothglühenden Retorte harter, schwer verbrennlicher Koke zurückbleibt, der sich leicht vom Kessel löst, weshalb auch die Destillation zur Trockne das Reinigen der Kessel erleichtert.

Es wurde früher von Delahaye empfohlen, den entwässerten Theer, bevor er der Destillation unterworfen wird, der Einwirkung eines Gemisches von Salpetersäure und Schwefelsäure auszusetzen. Der so gemischte Theer der Ruhe überlassen, läßt die Säure zu Boden fallen und setzt große Mengen einer harten Harzmasse ab. Nach Entfernung der Säuren und der Harzmasse wird der Theer mit Wasser abgewaschen und dann mit Kalkmilch bis zur alkalischen Reaction vermischt, hierauf nochmals abgewaschen, dann mit kaustischer Kali- oder Natronlauge versetzt und der Destillation unterworfen. Diese Methode der Reinigung des Theers wird jetzt wohl kaum mehr angewendet, indem durch Einwirkung der Salpetersäure auf die Oele sich Nitroverbindungen bilden. Dadurch werden aber die an Wasserstoff reicheren Verbindungen, die leichten Oele schwerer und die Siedepunkte erhöht. Es findet während der Destillation der so behandelten Oele ein beständiges Zersetzen der Nitroverbindungen statt, wodurch eine große Menge Oel zerstört wird. Beim Neutralisiren des mit Salpetersäure und Schwefelsäure behandelten Theers vermittelst Kalkmilch bildet sich Gyps, der mit dem Theer eine Art Emulsion bildet, aus welcher sich der Theer nur schwierig

abscheiden läßt, wodurch natürlich große Verluste entstehen. Die gebrauchte Kalkmilch ist goldgelb gefärbt und enthält Pikrinsäure.

Die verschiedenen, durch die eben besprochene Destillation des Theers gewonnenen Oele bedürfen nun einer Trennung und Reinigung resp. Rectification.

Nach Bohl werden bei der Destillation des Theers zwei Oele erhalten, von denen das erstere flüssig, das zweite beim Erkalten fest wird und alles Paraffin enthält.

Der zuerst übergegangene Theil der flüssig bleibenden Oele wird, nachdem man dieselben von Wasser befreit hat, in einem Gefäße von Eisenblech mit 6 bis 8 Procent Kali- oder Natronlauge von 50° B. innig gemischt und die alkalische Flüssigkeit, welche alle Säuren und das Kreosot aufgenommen hat, durch einen am Boden befindlichen Hahn abgelassen. Durch diese Behandlung bilden sich bei richtiger Quantität und Concentration der Lauge drei Schichten. Die erste Schicht besteht aus einem wenig gefärbten, dünnflüssigen, wenig riechenden Oele, die Mittelschicht enthält die Verbindungen der Säuren und des Kreosots mit dem Alkali; die unterste Schicht besteht aus überschüssig zugesetzter Lauge, die bei einer zweiten Operation wieder verwendet werden kann. Nachdem durch Decantiren das Oel von den beiden unteren Schichten befreit ist, wäscht man dasselbe mit 10 bis 12 Procent concentrirter Schwefelsäure in einem mit Blei ausgefütterten Gefäße. Hierdurch findet eine starke Erwärmung statt und nicht unbedeutende Mengen schwefliger Säure entweichen. Das Oel scheidet sich rasch von der mit Harz beladenen Säure ab und hat eine hellrothe Farbe angenommen. Nachdem es 1 bis 2 Stunden der Ruhe überlassen, mischt man es mit Wasser und darauf mit $^1/_2$ bis 1 Proc. alkalischer Lauge von der obigen Concentration. Nach dieser Behandlung erhält man ein Oel von hellweingelber Farbe, welches keinen unangenehmen Geruch besitzt und für gewöhnliche Zwecke, z. B. zur Straßenbeleuchtung, benutzt werden kann. Um das leichtere ätherische Oel, das Photogen, daraus zu gewinnen, unterwirft man das nach obiger Behandlung erhaltene mit Lauge und Schwefelsäure gereinigte Oel einer Rectification mittelst Wasserdämpfen (nicht überhitzten). Diese Operation nennt Bohl das »Abblasen« der Oele, und den Apparat, welchen derselbe dazu construirte, den Abblasestänber.

Dieser Abblasestänber besteht aus einem tonnenförmigen Gefäße von Eisenblech, welches unten trichterförmig und an der Spitze des Trichters mit einem Hahn versehen, ist. Das Gefäß ist mit einem Deckel von demselben Material verschlossen, in welchem zwei Röhren münden, wovon das eine, mit einem Hahne versehen, mit einem Dampfkessel in Verbindung steht, das andere in ein Schlangenrohr mündet. Das Rohr, welches den Dampf zuführt, hat einen senkrechten Abstand von $^1/_2$ bis 1 Fuß von dem Niveau der zu destillirenden Flüssigkeit, und der Dampfstrahl wird vermittelst desselben in einer senkrechten Richtung auf die Flüssigkeitsoberfläche geführt. Um das Umherschleudern der Flüssigkeit nach dem Schlangenrohre zu vermeiden, ist an dem Rohre, welches mit dem Schlangenrohre in Verbindung steht, ein Sicherheitsgefäß, sogenannter Sicherheitstrichter, angebracht, der alles übergerissene und unreine Oel auffängt und dem Abblase-

ständer wieder zuführt. Ein Wasserstandsrohr und einige Probirhähne dienen dazu, das Niveau der Flüssigkeit genau beobachten zu können.

Wird der Apparat in Thätigkeit gesetzt, so werden die Wasserdämpfe so lange condensirt, bis die Flüssigkeit die Temperatur des Dampfes angenommen hat. Das condensirte Wasser fließt in der Spitze des Trichters zusammen und kann hier durch den Hahn entfernt werden. Sobald die Flüssigkeit hinlänglich erwärmt ist, gehen mit den Wasserdämpfen die Oele bis zum specifischen Gewicht von 0,830 farblos über. Es ist dieses das Mineralöl oder Photogen in reinem Zustande. Der im Abblaseständer zurückgebliebene Theil ist von weingelber Farbe und hat fast keinen Geruch, sein specifisches Gewicht ist 0,870 bis 0,900. Es ist dies das sogenannte Schmierröl (lubricating oil).

Der bei der Theerdestillation zuletzt übergegangene Theil des Paraffinöls wird nach Vohl auf ähnliche Weise zuerst mit Lauge, dann mit 10 Proc. concentrirter Schwefelsäure behandelt und darauf abgeblasen. Man erhält aus dieser Paraffinmasse noch 10 bis 12 Proc. reines Photogen. Der im Abblaseständer bleibende Rückstand ist nun reines Paraffin, das noch viel Oel enthält. Zur weiteren Entfernung der letzteren wird nach Vohl diese Masse in einen Saugapparat (Nutschmaschine) gebracht, bei welchem das Saugen durch luftleere Räume hervorgebracht wird. Vohl stellt diese einfach so dar, daß er Gefäße mit Wasser füllt und das am Boden befindliche Abzugsrohr in einen Brunnenschacht unter das Wasserniveau leitet, um eine verticale Ausflußlänge von 32 Fuß zu erhalten. Wie das Gemisch von Oel und Paraffin mit diesen Saugapparaten in Verbindung gebracht wird, giebt er nicht näher an. Ob es auf Filtern oder porösen flachen Unterlagen über die luftverdünnten Räume gebracht werde, das ist Alles zum Errathen gelassen. Daß die Centrifugalmaschine sich nicht eigne, wird aber von ihm versichert; das Paraffin werde nämlich darin so gewaltig an die Wände geschleudert, daß es in kleine Krümlein zerbrochen und mit der Flüssigkeit durch die Maschen der Siebe getrieben werde. Das Paraffin bleibt nach dieser Behandlung als eine geruchlose, perlmutterglänzende, blendendweiße und trockne Masse zurück, die indessen noch nicht ganz frei von beigemengtem Oele ist. Um das letztere zu entfernen, schmilzt man nach Vohl das ölhaltige Paraffin im Wasserbade, setzt auf 100 Pfund 4 Quart weißes Photogen hinzu und preßt die Masse nach dem Erkalten bei 24° bis 26° C. Man erhält so durchsichtige Kuchen, die man in einem kleinen Abblaseständer mit Dämpfen behandelt, bis kein Oel mehr entweicht und die Masse geruchlos ist. Wenn nach dieser Behandlung das Paraffin noch nicht vollkommen weiß ist, so schmilzt man es abermals mit neuem Zusatz von Photogen und behandelt es nach dem Pressen nochmals im Abblaseständer. Bevor man das Paraffin ausgießt, wird es mit verwittertem Glaubersalz im Wasserbade zum Entwässern umgeschmolzen.

Das beim Abpressen erhaltene Oel wird durch Abblasen von Paraffin und dem färbenden Oel befreit und kann somit zur Reinigung neuer Massen verwendet werden.

Wagenmann bedient sich einer andern Methode der Photogen- und Paraffindarstellung.

Derselbe trennt die Destillationsproducte des Theers durch Wechseln der Vorlage in folgende drei Theile:

1. Essenz von . . . . . 0,700 bis 0,865 specif. Gewicht.
2. Schmieröl von . . . . 0,865 — 0,900 » »
3. Paraffinhaltiges Oel von 0,900 — 0,930 » »

Diese drei verschiedenen Producte werden, jedes für sich, in liegenden bleiernen Mischgefäßen, welche den oben beschriebenen ähnlich sind, bei einer Temperatur von 60° C. mit resp. 4, 6, 8 Proc. concentrirter Schwefelsäure, 1, $1^1/_2$ und 2 Proc. Salzsäure und $^1/_4$, $^3/_4$ und 1 Proc. saurem chromsaurem Kali eine halbe Stunde lang gemischt, nach drei Stunden Ruhe wieder von diesen niedergelagerten Flüssigkeiten getrennt und dann mit resp. 2, 3 und 4 Proc. Aetzkalilauge von 50° B. in eisernen Gefäßen gemischt. Die so gereinigten Producte werden dann in einer Destillirblase mit überhitzten Wasserdämpfen destillirt. Product 1 und ein Theil von 2 geben das Photogen oder Mineralöl von 0,820 specif. Gewicht, ein Theil von Nro. 2 von 0,860 bis 0,870 specif. Gewicht giebt das sogenannte Solaröl, welches in Argand'schen Lampen gebrannt wird. Der Rest von Nro. 2 mit einem Theile von Nro. 3 wird als Schmieröl benutzt.

Nro. 3 bringt man nach Wagenmann in einen Keller zur Krystallisation. In 3—4 Wochen ist das Paraffin in Tafeln und Blättchen herauskrystallisirt und wird dann mittelst Centrifugalmaschinen, welche circa 2000 Umdrehungen in der Minute machen, vom Oele getrennt. Dieses Paraffin wird geschmolzen, in Tafeln gegossen und kalt in einer hydraulischen Presse einem Drucke von 300000 Pfund ausgesetzt, dann wieder geschmolzen und bei 180° C. mit 50 Proc. concentrirter Schwefelsäure gemischt. Nach zwei Stunden wird das Paraffin von der Säure abgelassen und mit Wasser gemischt. Hierauf wird es in Kuchen gegossen und zwischen Handtüchern in einer warmen hydraulischen Presse abermals gepreßt, dann wieder geschmolzen, mit $^1/_2$ Proc. Schwefelsäure in bleiernen Gefäßen zwei Stunden lang gemischt, nach zweistündigem Stehen von der Säure getrennt und mit Wasser abgewaschen, dann abermals und zwar unter Zusatz von $^1/_2$ Proc. Stearin geschmolzen und hierauf 1 Proc. Aetzkalilauge zugemischt.

Nach Verlauf von 2 Stunden haben sich sämmtliche Unreinigkeiten niedergeschlagen und das Paraffin ist wasserklar und zum Vergießen fertig.

Wagenmann warnt vor der Anwendung einer salpetersäurehaltigen Schwefelsäure zur Reinigung des Paraffins, da solche eine Zersetzung herbeiführe und Bernsteinsäure bilde. Er klärt das reine Paraffin zuletzt noch mit Eiweiß und schmilzt es dann über einer schwachen Chlorzinklösung um.

Aus Holztheer und thierischem Theer scheidet man nach Reichenbach das Paraffin auf folgende Weise ab. Das mehrmals destillirte schwere Oel des Theers wird mit $^1/_{20}$ seines Gewichts concentrirter Schwefelsäure gemischt. Die Erhitzung muß dabei auf 100° C. steigen. Man läßt das Gemenge bei einer Temperatur von 50° C. mehrere Stunden stehen und entfernt dann die obenaufschwimmende farblose Flüssigkeit, welche beim Erkalten erstarrt und unreines Paraffin ist. Dieses wird mit Wasser abgewaschen, stark ausgepreßt und dann nach einer der obigen Methoden gereinigt.

Es wird jetzt am Orte sein, einige Analysen verschiedener Theersorten über 91
die Ausbeute an Leuchtmaterialien mitzutheilen. Die Zahlen beziehen sich auf
100 Pfund Theer.

Namen.	Fundort.	Mineralöl.	Schmieröl.	Paraffin.	Namen der Autoren.
Trinidad	Trinidad	0,820	0,860		Wagenmann.
Pishok		37,14	18,57	2,14	
Bogheadcoal	Schottland	36,36	54,54	3,78	
Terbone mineral	Schottland	35,48	51,61	4,03	
Rangeon nap.	Birma	62,50	25,00	3,75	
Georgsbitumen	Neuwied	28,45	48,27	6,03	
Blätterschiefer	Siebengebirge	30,00	45,00	3,75	
»	England	24,29	40,00	0,12	Bohl.
»	Westphalen	27,5	13,67	1,11	
»	Rhein	18,83	38,33	5,00	
Braunkohlen	Frankenhausen	33,41	40,06	6,73	
»	Münden	17,50	26,21	5,06	
»	Harbke	15,56	11,11	3,56	
»	Benesberg bei Cöln	16,37	19,54	3,46	
»	Tscheitsch in Mähren	9,05	28,84	3,15	Müller.
»	Eger in Böhmen	9,14	54,00	5,14	
»	Schöbritz in Böhmen	21,68	46,32	4,21	
Rohe Naphta	Galizien	79,50	11,50	2,75	
»	Siebenbürgen	61,20	22,50	6,10	
Posidonienschiefer	Würtemberg	24,18	41,94	0,12	Bohl.
Torf	Celle	34,60	36,00	8,01	
»	Coburg	20,63	26,58	3,13	
»	Zürich	14,40	8,67	0,42	
»	Rußland	20,39	20,39	3,37	
»	Westphalen	11,00	19,49	2,26	
»	Neuwedel(Preuß.)	14,13	18,27	3,10	

Je nach dem Rohmaterial, mit welchem gearbeitet wurde, hat man den leich- 92
ten Theerölen verschiedene Namen gegeben, unter welchen sie in den Handel kommen, als Mineralöl, Hydrocarbür, Kohlennaphta, Photogen, Torföl ꝛc. Alle diese Beleuchtungsstoffe sind Gemenge verschiedener Kohlenwasserstoffe und enthalten keinen Sauerstoff. Im reinen Zustande sind sie wasserklar und verbrennen ohne starke Dochtverkohlung.

Das Photogen, wie es in den Handel kommt, besitzt ein specif. Gewicht von 0,815 bis 0,835. Es ist aus den verschiedenen Oelen von 0,760 bis 0,865 specif. Gewicht zusammengesetzt und je nachdem im Gemische mehr die niederen oder höheren specifischen Gewichte vertreten sind, wird sich dasselbe mehr 0,815 oder 0,835 nähern. Wagenmann warnt vor dem Gebrauche eines Photogens, welches nur 0,780 specif. Gewicht hat. Solche Oele sind offenbar zu gefährlich, denn sie enthalten Essenzen von nur 0,720 specif. Gewicht, welche einen Siedepunkt von 60° C. haben, und es ist daher leicht erklärlich, daß, wenn die Lampe nach längerem Brennen warm wird, Explosionen stattfinden können.

Wenn das Photogen für sich ohne Weiteres verbrannt wird, so erscheint die Flamme desselben stark rußend, weil die Verbrennung nur unvollständig ist, und es erzeugen sich bei einem solchen Vorgange übelriechende Producte der trocknen Destillation. Bei schlechten Sorten Photogen besetzt sich der Docht außerdem noch mit Theer. Die Lampen, in denen das Photogen verbrannt werden soll, machen deshalb eine besondere Construction nöthig; es muß, um das Rußen zu vermeiden, der Flamme eine gehörige Quantität Sauerstoff zugeführt werden. Es wird unten bei der Beschreibung der Lampen von den als die besten erkannten Constructionen die Rede sein.

Das von Photogen erzeugte Licht ist blendend weiß und dem gewöhnlichen Gaslicht ähnlich, dabei, wie unten gezeigt werden soll, die Leuchtkraft der Flammen bedeutend größer, als beim Rüböl. Zur Straßenbeleuchtung ist es deshalb sehr geeignet, weil es in der Kälte flüssig bleibt und nicht wie das Rüböl gefriert.

Wagenmann's Solaröl ist Photogen von 0,885 bis 0,895 specif. Gewicht. Bei einer Temperatur von — 10° C. darf noch kein Paraffin daraus auskrystallisiren, und in einer Flasche geschüttelt, dürfen die Blasen nicht schneller aufsteigen, als beim Rüböl. Es dient zum Brennen in Carcel- und Moderateurlampen. Das Maschinenöl (lubricating oil) hat im Durchschnitt ein specif. Gewicht von 0,935 und kommt in seinen Eigenschaften dem Photogen ziemlich gleich, hat aber einen größeren Kohlenstoffgehalt und ein größeres Leuchtvermögen. An der Luft verharzt es nicht, überhaupt unterliegt es durch die Einwirkung der atmosphärischen Luft keiner Veränderung, weshalb es als Schmiermittel von großer Wichtigkeit ist. Wird dieses Oel einer nochmaligen Behandlung mit Schwefelsäure und alkalischer Lauge unterworfen, so wird es geruchlos und fast farblos. So gereinigt verwendet man es in Baumwollspinnereien zum Schmieren der Spindeln. Indessen sollen die Arbeiter durch die Verdunstung dieses Oeles an Augenentzündungen leiden.

Das Paraffin ist eine weiße, wachsähnliche, krystallinische Substanz, welche weder Geruch noch Geschmack besitzt, von 0,870 specif. Gewicht. Nach Untersuchungen von Reichenbach, Malaguti, Hofstätter, Filipuzzi und Anderen ist das Paraffin ein Gemenge isomerischer fester Kohlenwasserstoffe von der Formel C_nH_n, die sich durch Lösen in Alkohol und Trennen des löslicheren Theiles von dem weniger löslichen in Körper von verschiedener Krystallform, verschiedenem specifischen Gewicht und verschiedenem Schmelzpunkt zerlegen lassen. Laurent fand den Schmelzpunkt eines natürlichen Paraffins bei 33° C., während Hofstätter an einer durch fractionirte Krystallisation erhaltenen Partie natürlichen Paraffins aus Galizien den Schmelzpunkt von 65,5° C. beobachtete. Hofstätter

fand den Schmelzpunkt des Reichenbach'schen aus Buchenholztheer gewonnenen Paraffins bei 47,5° C., während Bolley denselben zu 43,5° C. angiebt.

Geschmolzen bildet das Paraffin ein farbloses, dünnflüssiges, ölartiges Liquidum, bei höherer Temperatur kommt es ins Sieden und destillirt dann unverändert in weißen Dämpfen über. In Terpentinöl, Steinöl, Photogen, Benzin löst es sich leicht, kochender Alkohol löst nur 3 Proc. Von Säuren und Alkalien wird das Paraffin bei gewöhnlicher Temperatur gar nicht angegriffen. Auch Chlorgas ist bei gewöhnlicher Temperatur ohne Einwirkung, dagegen widersteht es durchaus nicht lange der Einwirkung des Chlors, wenn man es durch Erwärmen in den flüssigen Zustand bringt und mit Chlorgas behandelt. Es bilden sich hierbei Chlorsubstitutionsproducte, deren Endproduct ein harter, spröder, amorpher Körper ist.

Mit Wachs, Stearin, Wallrath und Colophon läßt es sich leicht zusammenschmelzen. Mit Talg und Schweinefett schmilzt es ebenfalls leicht zusammen, beim Erkalten scheidet es sich indessen wieder aus. Zur Kerzenfabrikation wird es in der Regel mit einigen Procenten Stearinsäure versetzt.

Wir haben nun noch einige zu Beleuchtungszwecken freilich nicht dienliche 93
Nebenproducte zu erwähnen, welche bei der Destillation des Theers aus bituminösen Fossilien in großer Menge auftreten und auf vortheilhafte Weise zu Gute gemacht werden können.

Bei der Reinigung des rohen Theeröles wie der rohen Paraffinmasse mit Natronlauge nach Bohl's Angaben, wie oben bemerkt, haben die alkalischen Laugen das Kreosot und die Carbolsäure aufgenommen. Um diese beiden letzteren Körper wieder zu gewinnen, mischt man, nach Bohl, diese Laugen mit den bei der Oel- und Paraffinreinigung gebrauchten Säuren bis zur stark sauren Reaction. Die Einwirkung der letzteren auf die alkalischen Laugen ist so heftig, daß die Masse fast ins Sieden geräth. Man überläßt die Masse einige Zeit der Ruhe und trennt dann, noch warm, die oben aufschwimmende ölartige Flüssigkeit von der unteren specifisch schweren, welche die schwefelsauren Alkalien enthält. Die ölartige Flüssigkeit besteht aus Oel, Kreosot und Carbolsäure. Sie wird zum Behuf der Trennung in einer gußeisernen Blase über freiem Feuer der Destillation unterworfen. Man erhält aus den ersten Portionen ein sehr liquides, farbloses, stark riechendes Oel, das in Photogenfabriken wieder benutzt wird. Dann geht ein Destillat über, das schwerer als Wasser ist und durch Sauerstoffaufnahme sich braun färbt. Die Destillation wird bis zur Trockne fortgesetzt. Das zuletzt Uebergegangene besteht aus Kreosot und Karbolsäure und wird zur Conservirung des Holzes und des Segel- und Tauwerkes benutzt.

Die Destillationsrückstände der bituminösen Fossilien können, je nach ihrer Zusammensetzung verschiedene Anwendung finden. Die Rückstände des Torfes, der holzigen und mancher erdigen Braunkohlen eignen sich wegen ihres bedeutend hohen Kohlenstoffgehaltes vortheilhaft als Brennmaterial. In manchen Fällen hat der Rückstand dieser Fossilien die Structur der letzteren beibehalten und kann dann selbst zu manchen metallurgischen Zwecken Anwendung vor dem Gebläse finden. In den meisten Fällen hingegen, so bei den erdigen Braunkohlen, ist der Rückstand

zu einem staubigen Pulver zerfallen und kann dann nur zur Heizung der Backöfen verwandt werden, welche in diesem Falle eine besondere Construction des Rostes haben müssen, um das Durchfallen des Materials zu verhüten.

Die Rückstände des schwefelreichen Blätter- und des Posidonienschiefers werden mit Vortheil zur Alaunfabrikation verwendet, wenn der Kohlenstoff in solcher Menge vorhanden ist, daß er ein Fortglühen der entzündeten Masse möglich macht. Das Verbrennen geschieht in eigens construirten Oefen, und es wird bei der Beschreibung der Alaunfabrikation hiervon die Rede sein.

Die Asche der meisten zur Photogen- und Paraffindarstellung benutzten bituminösen Fossilien ist nicht arm an phosphorsauren und alkalischen Erden, die der Asche einen nicht unbedeutenden Werth als Dünger verleihen. Der Posidonienschiefer, der ziemlich viel thierische Ueberreste einschließt, ist reich an phosphorsaurer Kalkerde. Die Asche des Torfes enthält ebenfalls viel phosphorsaures Salz, nur die der Braunkohle zeigt einen geringeren Gehalt an dieser Substanz. Da die Asche aller dieser bituminösen Fossilien indessen auch Spuren von Alkalien enthält, so mischt man zur Darstellung eines künstlichen Düngers dieselbe mit einer verdünnten Lösung der schwefelsauren Alkalien, welche bei der Kreosotbereitung gewonnen werden, und einem Zusatz von Kohlenrückständen, durch welche man das wässerige Destillat der bituminösen Fossilien (Ammoniakwasser) filtrirt hatte. Man hat so alle Stoffe zusammen, welche zur Darstellung eines künstlichen Düngers erforderlich sind.

Oleon ist ein von den vorigen verschiedenes flüssiges, und zur Beleuchtung brauchbares Destillationsproduct genannt worden. Es wird dargestellt aus den abgängigen Seifenwassern der Wollenfabriken und Seidenfärbereien. Diese vom Entfetten der Wolle und dem Entschälen der Seide herkommenden Flüssigkeiten werden mit etwas Chlorcalciumlösung versetzt, wodurch die löslichen Seifen in unlösliche Kalkseifen umgewandelt werden. Die in krümligen Stückchen sich abscheidenden Kalkseifen werden gesammelt und durch schwaches Pressen von der Hauptmasse ihrer Feuchtigkeit befreit, mit etwa 10 Proc. gepulvertem ungelöschtem Kalk gemengt und in einer gußeisernen Blase oder Retorte der trocknen Destillation unterworfen. Es gehen zuerst Wasserdämpfe, dann brenzlich riechende Dämpfe, bald darauf aber leuchtende Gase über, welche letztere, durch die Kühlvorrichtungen, worin die condensirbaren Flüssigkeiten sich absetzen, hindurchgegangen, unter die Feuerung geleitet werden können. Man fährt mit dem Destilliren fort, bis ein blau brennendes, meist aus Kohlenoxyd bestehendes Gas übergeht. Die Vorlagen enthalten eine wässerige und, darauf schwimmend, eine fettige, butterartige Flüssigkeit. Letztere wird von ersterer abgeschieden und nochmaliger Destillation unterworfen. Das Destillat besteht aus drei Theilen, einem zuerst sich zeigenden ziemlich flüssigen Oel, einer dicklichen, öligen Flüssigkeit und einer in der Kälte erstarrenden Masse. Bohl, der auf die Verwendung der Seifenabfälle zu flüchtigen, flüssigen Beleuchtungsmitteln zuerst hinwies (Leuchtgas wurde aus dem sogenannten Suinter schon lange dargestellt), behandelt diese drei Destillationsproducte ganz so wie er bei der Darstellung des Photogens (siehe unten) anführt. Nur wendet er etwas schwächere, nicht 66-, sondern 60grädige Schwefelsäure an. Werden die so behandelten Flüssigkeiten mit einem Strome Wasserdampf abdestillirt, so erhält man ein wasserhelles, wenig riechendes Oel von 0,8

spezif. Gewicht, das »Oleon«, welches in Camphin- und Photogenlampen verbrannt werden kann.

Die Kerzenfabrikation.

Geschichtliches. Es geht aus den Andeutungen, die sich in den Wer- 94
ken römischer Schriftsteller, wie des Plinius und Livius, finden, hervor, daß die Römer außer den Lampen auch Beleuchtungsmittel kannten, die unseren Kerzen am nächsten vergleichbar sind. Die Substanz dieser Aufzeichnungen ist: daß eine Art getränkter Dochte, ähnlich den Harzlunten oder Pechseilen, die jetzt noch zur Straßenbeleuchtung in vorübergehenden Fällen vorkommen, gekannt waren; daß man auch das fettgetränkte Mark von Schilfrohren als Nachtlicht zum Aufstellen neben den Leichen, so lange sie sich noch in dem Wohnhause befanden, brauchte; endlich daß die Flachsfaser als Dochtmaterial diente. Es ist aus den genannten Schriftstellern nicht deutlich zu entnehmen, mit welchem Leuchtmateriale die steifen Schilfmark- oder die biegsamen Seildochte getränkt waren, Plinius erwähnt weder bei der Beschreibung des Bienenwachses, dessen Bleichung er ganz genau mittheilt, noch bei der des Talges und der Mittel ihn von dem Zellgewebe zu trennen, daß diese Substanzen als Beleuchtungsmittel dienten. Bekmann erzählt in seiner Geschichte der Erfindungen, daß der Kaiser Constantinus zu Anfang des vierten Jahrhunderts in der Stadt Bizanz auf den Christabend eine Beleuchtung mit Lampen und Wachskerzen veranstaltet habe und Apulejus giebt schon die Unterscheidung von Wachs und Talgkerzen „Cerei“ und „Sebacei“.

Im Mittelalter wurden Wachskerzen und Wachsfackeln zu kirchlichem und häuslichem Gebrauche bekannt; sie scheinen anfänglich in den Häusern der Wohlhabenderen gemacht, bald aber in handwerksmäßigen Betrieb genommen worden zu sein. Man bediente sich vor der Erfindung der Uhr neben der Sanduhr, wie es den Anschein hat, auch der Brenndauer der Wachskerzen von bestimmter Länge und Dicke zur ungefähren Zeitbestimmung. Die Wachskünstler, »Cerarii«, bildeten bald ein sehr ausgedehntes Gewerbe; ihnen, so geht aus vielen Urkunden hervor, fiel auch das Geschäft des Einhüllens der Leichname in Wachs zu. Lange aufgewickelte Wachsstöcke oder »Wachsrödel« wurden im siebenzehnten Jahrhundert in Venedig gemacht, und die Kunst, sie zu fertigen, wurde von da in Paris eingeführt. Daß neben besseren, unseren Zuständen näher kommenden Erzeugnissen auch noch in der zweiten Hälfte des vorigen Jahrhunderts höchst unvollkommene, unsere Kerze repräsentirende Beleuchtungsmittel im Gebrauch waren, beweist der Umstand, daß z. B. um das J. 1775 nach Gilbert White in der englischen Grafschaft Hampshire noch viele Schilfmarkkerzen gemacht und in ländlichen Haushaltungen gebraucht wurden, die ein Licht gaben, von welchem der Berichterstatter selbst sagt, es sei nichts weiter als ein »sehbares Dunkel«. Die Talgkerze mit Leinfaser oder Baumwollendocht, namentlich die gezogene, ist indeß in mehr oder weniger vervollkommnetem Zustande das Beleuchtungsmaterial des Mittelstandes schon seit sehr langer Zeit, und daß kümmerliche Leuchtkerzen, wie die Schilfkerze, ebenfalls vorkamen, ist nicht minder und nicht mehr

charakteristisch, als der beinahe noch in unsere Tage reichende Gebrauch des Fichtenspahns in der Spinnstube auf dem Schwarzwalde.

Der technische Zustand der Kerzenfabrikation konnte sehr bedeutende Fortschritte nicht machen, so lange man sich im Modeln des unveränderten von der Natur gegebenen Materials um ein Bündel capillarer Gespinnstfasern bewegte.

Eine neue Epoche trat erst da ein, als am Schluß des vorigen Jahrhunderts die Bestrebungen der Technik sich dahin richteten, aus dem gemeinen Unschlitt ein härteres und weniger leicht schmelzbares Product herzustellen. Diese Versuche beschränkten sich anfangs auf das Abscheiden der starren Glyceride des Palmitins und Stearins von den flüssigen, durch Pressen der geschmolzenen und im Wiedererstarren begriffenen Talgmasse. Unserm Jahrhunderte erst war es vorbehalten, einerseits auf chemischem Wege vorzüglich feste Fettmassen aus geringeren zu fertigen, die Stearinsäure und Palmitinsäure durch Verseifung oder Destillation darzustellen und andererseits neue Materialien, Wallrath und Paraffin, in die Kerzenfabrikation einzuführen.

95 **Die Functionen** der Kerze als Beleuchtungsmittel sind viel weniger einfach, als es auf den ersten Blick scheinen mag. F. Knapp sagt in seiner chemischen Technologie von derselben, sie sei als ein »wahrer Mikrokosmus« der Beleuchtung anzusehen, und es müssen in Wirklichkeit an der brennenden Kerze mehrere Vorgänge unterschieden werden, deren jeder das rechte Maß halten muß, um durch ihr man darf sagen organisches Ineinandergreifen eine ruhige, helle und tadellose Flamme zu erzeugen. Diese Vorgänge sind: das Schmelzen des Leuchtmaterials, das Aufsaugen des Flüssiggewordenen durch den Docht, das Zersetzen desselben in gas- und dampfförmige Producte, und endlich das Verbrennen dieser letzteren unter den für Lichtentwickelung günstigsten Verhältnissen. Was bei der Lampe entweder von vornherein gegeben (flüssiger Leuchtstoff) oder durch Construction oder Mechanismen befördert und regulirt werden kann (Zufuhr der Beleuchtungsflüssigkeit zu dem Docht und Luftzufuhr), das muß die brennende Kerze alles selbstthätig vollbringen. Erfolgt das Schmelzen des Kerzenmaterials in stärkerm Maße, als dem Aufsaugungsvermögen des Dochtes, der Zersetzbarkeit und der Verbrennung entspricht, so wird die Kerze ablaufen; kann nicht alles vergaste Kerzenmaterial verbrennen, so wird die Flamme qualmen. Sind die capillaren Canäle des Dochtes verstopft (durch abgesetzten Ruß z. B.), so versagt er den Dienst des Aufsaugens und die Flamme verkümmert — eine ganze Reihe von Bedingungen ist zu erfüllen, um allen diesen Fehlern auszuweichen. Die Arbeit des Flüssigmachens des Kerzenmaterials hängt zunächst von dem Schmelzpunkt desselben ab. Das Unschlitt schmilzt bei 37° bis 40° C., das Wachs und die Stearinsäure des Handels etwas über 60° C. Eine Flamme von einer bestimmten Wärmeentwickelung wird daher in einer gegebenen Zeit und bei einer bestimmten Entfernung vom Kerzenstock mehr Talg, als Wachs oder Stearinsäure schmelzen müssen. Bei unseren gewöhnlichen Kerzen — es sei dies hier einstweilen nur ganz im Allgemeinen gesagt — ist dies aber nicht der Fall; die Unschlittkerze verzehrt sich nicht schneller, als die Wachs- oder Stearinsäurekerze der gleichen Dicke. Der Grund hiervon ist naheliegend. Blickt man in

der Horizontalen des Randes einer regelmäßig brennenden Stearinkerze über diesen hinweg, so erscheint die Basis der Flamme unmittelbar über dem Rande; bei der Talgkerzenflamme aber ragt ein mehrere Linien langes Stück noch unverkohlten Dochtes über den Kerzenrand hervor, die Basis der Flamme steht entfernt vom Kerzenrande. Der Docht der Unschlittkerze ist aber viel dicker und mit flüssigem Fette viel reichlicher getränkt, als der der Stearinkerze, bei letzterer dagegen hat sich ringsum den Docht, eine mit flüssigem Fette gefüllte Vertiefung gebildet, die viel deutlicher und wohlausgebildeter ist, als bei der Unschlittkerze, deren Rand viel stumpfer erscheint. Dem flüssigen Leuchtmaterial der Unschlittkerze ist mehr Gelegenheit gegeben, in dem Dochte durch Capillaranziehung aufzusteigen, als es in der Stearinsäurekerze oder Wachskerze der Fall ist; dadurch wird die Flamme selbst etwas mehr über den Kerzenrand gehoben und ihr erwärmender Einfluß auf das Fett wird geringer. Würde man einer Talgkerze einen Docht geben wollen, wie er etwa für eine gleichdicke Stearinkerze paßt, so würde in Folge der geringen Flüssigkeit zurückhaltenden Kraft desselben die Flamme näher dem Fette bleiben, der Rand rasch schmelzen und ein immerwährendes Ablaufen des Fettes die Folge davon sein. Aus diesen Gründen leitet sich die Nothwendigkeit ab, der Talgkerze einen im Verhältniß zu ihrem Durchmesser dickeren, mehr auffaugenden Docht zu geben, als den Kerzen aus schwerer schmelzbaren Materialien.

Die Capillarwirkungen des Dochtes werden bedeutend geschwächt, wenn an dessen oberem Ende sich Kohle angesetzt hat, die theils aus den Dochtfasern, theils auch aus dem nicht rückstandslos verflüchtigten Leuchtmaterial gebildet sein kann. Es ist bekannt genug, daß eine solche Kohlenablagerung, namentlich in der Unschlittflamme, etwas sehr gewöhnliches ist. Der dicke, unbiegsame Docht dieser Kerzen kommt zu wenig mit dem von Außen der Flamme zuströmenden Sauerstoff in Berührung, so daß er nicht verbrennen kann, derselbe muß deshalb, wenn die Flamme ungestört fortbrennen soll, von Zeit zu Zeit abgeschnitten werden. Die dünnen, namentlich die geflochtenen Dochte der anderen Kerzen haben die Eigenschaft, sobald ein längeres Stück über die Kerze hinaus ragt, sich zu biegen und so mit der äußeren Luft in Berührung zu treten, wodurch ihre Verbrennung ermöglicht wird; deshalb bedürfen solche Flammen weniger der Lichtscheere. Nächst diesem in der Form und den Dimensionen des Dochts gegebenen Mittel zu dessen Verbrennung werden noch andere, sogenannte Beizen, angewandt, welche die leichtere Verbrennung der Dochtkohle bewirken, und von welchen unten die Rede sein soll.

Es ist einleuchtend, daß wir im Dochte der Kerze auch ein treffliches, ja so zu sagen das einzig mögliche Mittel zur Herstellung des Gleichgewichts zwischen der Menge der erzeugten brennbaren Gase und der Menge der hinzutretenden und zur Verbrennung nöthigen Luft besitzen. Denkt man sich die ganze obere Fläche einer Kerze als den Heerd der Zersetzung des Leuchtstoffs, dessen gas- und dampfförmige Producte, von ihr aufwärtsströmend, verbrannt werden sollen, so könnte bei so großem Querschnitt der Flamme die atmosphärische Luft bei weitem nur den geringsten, den nahe an der Peripherie befindlichen Theil des Gases verbrennen und die Flamme müßte stark qualmen. Ueber die näheren

und ferneren Producte, die sich bei Zersetzung der zur Beleuchtung dienenden organischen Materien bilden, ist in der Einleitung: »Ueber das Wesen der Flamme«, das Nöthige erläutert worden. Die Zersetzungsproducte der Kerzenmaterialien sind hauptsächlich unter einem Gesichtspunkt von großer Verschiedenheit, die für uns von Interesse ist.

Die Glyceride entwickeln, der trocknen Destillation unterworfen, wie oben bei deren Charakteristik bemerkt worden, den Dampf des eigenthümlich und unangenehm riechenden, die Augen und Lungen angreifenden Acroleïn. Beim Ausblasen einer Unschlittkerzenflamme, d. h. wenn die Temperatur derselben so erniedrigt wird, daß sie unter die Verbrennungstemperatur sinkt, dagegen noch so hoch bleibt, um den in der Dochtspitze befindlichen flüssigen Talg zu zersetzen, bemerkt man diesen höchst unangenehmen Geruch. Derselbe tritt unter ähnlichen Umständen nicht auf bei der Wachs-, Stearinsäure- und Paraffinkerze u. s. w.

96 **Der Docht** (mèche, wick). Wenn in früheren Zeiten und nach vereinzelten neueren Vorschlägen andere Stoffe als Baumwolle für die Herstellung der Kerzendochte in Gebrauch waren, so hat dies heute kein weiteres als etwa noch historisches Interesse. Wir dürfen fast sagen, die Baumwolle sei jetzt das ausschließliche Material, das zu diesem Zwecke dient. Man unterscheidet gedrehte und geflochtene Dochte, d. h. solche, bei welchen die einzelnen Fäden mehr parallel und geradlinig oder sämmtlich eine steile Schraubenlinie beschreibend nebeneinander liegen, und solche, die aus mehreren gesonderten und sich kreuzenden Fadenbündeln bestehen. Die letzteren sind, mit Ausnahme weniger Kerzensorten, jetzt viel gebräuchlicher geworden, als sie es früher waren.

97 Die **Verfertigung der gedrehten Dochte** geschieht ganz einfach durch Zusammenlaufenlassen der gewünschten Anzahl Fäden, die sich noch auf Spulen befinden, zu einem gemeinschaftlichen Knäuel. Dies geschieht durch die sogenannte Wickelmaschine (machine à pelotes, peloteuse; ball winding machine), die in verschiedenen Constructionen vorkommt und im Ganzen eine sehr einfache Einrichtung hat. Sie besteht wesentlich aus zwei Theilen, aus einem Spulengestell, auf welchem die abzuwickelnden Spulen in erforderlicher Zahl aufgestellt werden, und dann aus dem Wickelhalter und der Kurbel, um ihn zu drehen. Die Spulen drehen sich durch den Zug des abzuwickelnden Fadens, die Axe des Wickels wird mittelst einer Handkurbel in Bewegung gesetzt. Begreiflich trachten die Kerzenfabrikanten, das Garn auf Spulen und nicht in Strähnen aus den Baumwollspinnereien zu beziehen, weil das Garn in Strähnen zuerst wieder gespult werden müßte. Das Zerschneiden des Dochtes in Stücke von der ungefähren Länge der Kerze geschieht durch andere einfache Vorrichtungen, die auch bei den geflochtenen Dochten angewendet werden.

98 Das **Flechten der Dochte** wird auf dem sogenannten Litzenstuhl der Flechtmaschine oder Rundschnurmaschine (machine à lacets; plaiting machine), derselben Einrichtung, deren sich die Posamentirer zur Verfertigung der Schnüre bedienen, bewerkstelligt. Die Dochte sind 3- bis 16schnürig, jede Schnur besteht

aus einer größern Anzahl von Garnfäden. Die Maschine weiter zu beschreiben fällt außerhalb der Gränzen unserer Aufgabe.

Zum **Zerschneiden der Dochte** dienen verschiedene Einrichtungen. 99
Die einfachste namentlich im kleingewerblichen Betrieb noch immer gebräuchliche, wenig fördernde ist in Fig. 74 abgebildet. Sie besteht in einem Tische *A*, in dessen Platte ein Schieber *b*, in einem Falze laufend, angebracht ist; derselbe läßt sich durch den Knopf *d* in jede beliebige Stellung schieben, in der er durch die Schraube *f* festgehalten wird. In diesem Schieber steckt ein glattes, rundes, 4 bis 5 Zoll hohes Holzstäbchen *c* und auf der festen Tischplatte wird eine Messerklinge *g* aufgestellt; das Stäbchen und die Klinge erhalten eine Entfernung von einander, die der Länge des Dochtes entspricht. Die Fäden, aus welchen der Docht besteht, sind entweder schon zu einer Schnur vereinigt oder die Knäuel derselben befinden sich in einem Korbe neben dem Tische *A*, und die Fadenenden werden durch die Hand des Arbeiters zusammengehalten. Derselbe sitzt vor dem Tische, schlingt die Schnur um das Stäbchen *c* und führt das Ende bis zu dem Messer *g*, über das er den Docht hinzieht, um ihn abzuschneiden. Die Länge des abgeschnittenen Stückes beträgt etwas mehr als die doppelte Länge der Kerze. Das Dochtstück wird durch den Apparat selbst in zwei Theile gelegt; an dem Buge, der durch das Stäbchen *c* hervorgebracht wird und welcher in der Kerze das obere Ende des Dochtes bildet, wird das Fadenbündelstück gefaßt und ehe es zur Seite gelegt wird noch zwischen den beiden flachen Händen etwas gedreht.

Fig. 74.

Das Bedürfniß schnellerer Herstellung der Dochte hat eine ganze Reihe anderer Apparate hervorgerufen, von welchen nur zwei der verbreitetern hier beschrieben werden sollen.

In England findet sich vielfach ein auf den Namen »Sykes« patentirter Apparat im Gebrauch, der namentlich für Talgkerzendochte, die an einem Ende mit Unschlitt getränkt werden (vergl. unten Talgkerzengießen), dient.

Die Fig. 75 (a. f. S.) stellt denselben im senkrechten Durchschnitt, Fig. 76 im Grundriß dar. *cc* sind Spulen, auf welche die Dochte aufgewickelt sind. *b* ist eine Walze, in welche kreisrunde Rinnen eingeschnitten sind, durch diese Rinnen werden die Dochte in die Klammer *d* geführt, die in Fig. 77 in vergrößertem Maßstabe und von der Seite gesehen gezeichnet ist und von welcher sie festgehalten werden. Die Klammer besteht aus zwei Holzleisten, *d* und *d'*, die gegen die Mitte hin etwas dicker sind. Auf jeder Seite befindet sich eine Feder von

Stahl, die die beiden Leisten etwas entfernt von einander hält, und eine Hülse, durch die, wenn man sie gegen die Mitte zuschiebt, die Leisten aneinander ge-

Fig. 75.

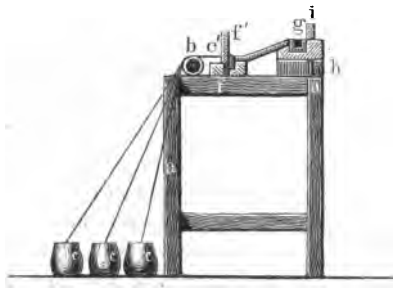


Fig. 76.

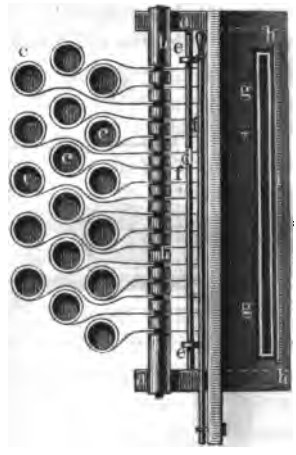


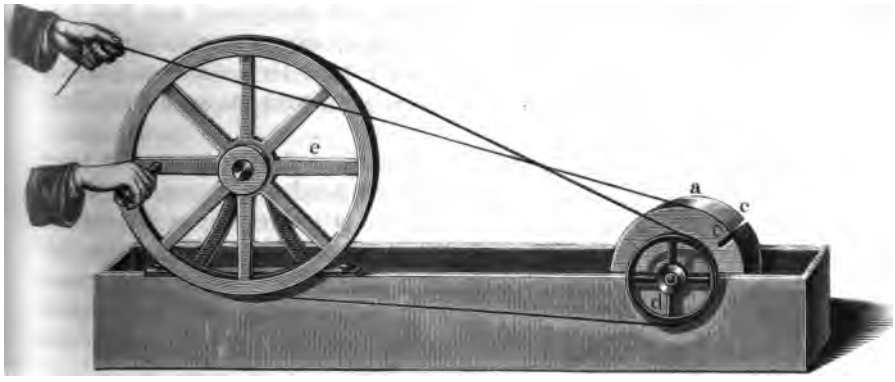
Fig. 77.

drückt werden können. Sollen die Dochtenden zwischen den beiden Leisten festgehalten werden, so müssen die Hülsen gegen die Mitte hingeschoben werden, beim Herausnehmen oder Einführen der Dochte werden dieselben nach den Enden hingerückt. Hinter dieser Klammer befindet sich ein Schneideapparat, aus einer ruhenden Klinge *f'* und einem an einem Charnier beweglichen mit Griff versehenen Messer *f* bestehend. *g* ist ein schmaler mit flüssigem Fett (das durch Dampf flüssig erhalten werden kann) gefüllter Trog, und endlich ist *i* eine Leiste, die auf dem Tische *h* liegt.

Der Gebrauch des Apparats ist folgender: die von den Spulen abgewickelten Dochtenden werden in die Klammer *d* gesteckt, die Hülsen derselben geschlossen, so daß die Dochte sämmtlich festgehalten werden. Die bewegliche Schneide *f* des Schneideapparates wird aufgehoben; man zieht alle an der Klammer hängenden Dochte rückwärts bis zu dem Troge *g* und taucht die etwas hervorragenden Enden derselben in das heiße Fett. Ist dies geschehen, so werden die getränkten Enden mittelst der Leiste *i*, sei es durch Andrücken des noch weichen Fettes, sei es durch Auflegen auf den Tisch *h* und Beschweren mit der Leiste *i*, festgehalten. Die geöffnete Klammer *d* wird nun zurück an ihren Platz geführt, wieder geschlossen und nun die Klinge *f* am Griff gefaßt, gegen die Schneide *f'* niedergeführt, und so alle Dochte in gleicher Länge abgeschnitten, worauf dann die ganze Arbeit von Neuem begonnen wird.

Der andere Apparat, Fig. 78, bei dem es auf ein Tränken der Dochtenden mit Talg nicht abgeſehen iſt, leiſtet viel mehr noch, als der beſchriebene, und iſt

Fig. 78.



ſehr einfach. Sein Hauptbeſtandtheil iſt eine Holzwalze *a*, deren Peripherie gleich iſt einer Dochtlänge. Man hat eben ſo viele Walzen, als Kerzenſorten von verſchiedener Länge gemacht werden. Die Walze ruht mit der eiſernen Axe in einem ſehr einfachen Lager, das ſich an den parallelen Wänden eines Käſtchens *b* befindet, das eben ſo breit iſt, als die Walze. Dieſe hat ferner einen Einſchnitt *c* der Länge nach, parallel der Axe. Auf der letzteren ſitzt außen eine Schnurrolle *d*, die mit einem gefurchten Rade *e* durch eine Darmſaite, ähnlich wie die Spindel beim gewöhnlichen Spinnrad, in Verbindung geſetzt iſt. Es iſt an einer der Radſpeichen ein als Kurbel dienender Griff angebracht (begreiflich kann das Rad auch durch ein Tretbrett in Bewegung geſetzt werden), den der Arbeiter mit der einen Hand faßt, um das Rad und die Walze in drehende Bewegung zu ſetzen, während er durch die andere hohlgehaltene Hand den Docht auf die Walze laufen läßt. Sind auf dieſe der ganzen Länge nach einige Lagen Docht aufgewickelt, ſo wird ſie aus dem Lager genommen und eine andere eingelegt. Mittelſt eines Meſſers, deſſen Schneide, ähnlich dem Sattlermeſſer, ſtark convex iſt, werden dann längs der Furche alle Umwindungen durchſchnitten und das aufgewickelte Stück Docht zerfällt in ungefähr gleichlange Stücke. Ganz gleich ſind ſie nicht, weil mit dem Aufwickeln neuer Lagen der Umfang der Walzen ſich vergrößert.

Es iſt hier der Ort, anzuführen, daß man, in der Abſicht der Beſchleunigung der Arbeit des Kerzengießens, ein Verfahren erſann, bei welchem ein einzelner Docht gar nicht vor der Kerze gemacht wird. Die Dochtſchnur bleibt vielmehr ein ununterbrochenes Stück, um welches die Kerze geformt wird und das man erſt dann, wenn dieſe fertig iſt, zerſchneidet.

Es sind verschiedene Apparate zu diesem Zweck construirt worden und sie werden ohne Zweifel, da sie sehr fördern, die anderen Methoden der Kerzenfabrikation bald verdrängen. Es wird beim Kerzengießen und der Stearinkerzenfabrikation näher davon die Rede sein.

100 Die **Dicke** der Dochte ist sehr verschieden, und zwar sowohl nach dem Kerzenmaterial als nach dem Durchmesser der Kerzen, und es wird die verschiedene Dicke, die nothwendig erscheint, erreicht, theils durch die verschiedene Zahl der Baumwollfaden, die einen Docht bilden sollen, theils durch die verschiedene Dicke (die Feinheitsnummer) derselben.

Kaum treffen sich zwei Werkstätten, in welchen alle Einzelnheiten in dieser Beziehung absolut gleich wären. Die Dochte der Talgkerzen werden aus Gründen, wie oben schon bemerkt, dicker gemacht, als die aller anderen Kerzenarten. Man hat für dieselben noch sehr häufig gedrehte Dochte, in vielen Fabriken sind jedoch an ihre Stelle lockere geflochtene getreten. Das Garn, welches genommen wird, ist ein schwach gedrehtes Mulegarn (mule twist) und zwar am häufigsten Nr. 16 *), nach englischer Numerotirung für die geflochtenen Dochte; niedrigere Nummern, z. B. Nr. 8 bis 12, für die gedrehten.

Ein einer gut renommirten Kerzenfabrik entnommenes Beispiel wird Anhaltpunkte für das zu wählende Verhältniß zwischen Dicke der Kerzen und Dochtstärke geben.

Man macht für Talgkerzen, 8 aufs Pfund, den (geflochtenen) Docht aus 42
» » » » 7 » » » » » » 45
» » » » 6 » » » » » » 50
» » » » 5 » » » » » » 55
» » » » 4 » » » » » » 60

Faden von Nr. 16. Diese Dochte sind sehr locker geflochten, in der Weise, wie es für das Umflechten einer Schnur geschieht, sie sind aber hohl, bilden eine Art Schlauch aus vielmaschigen Wänden, weil im Innern kein Kern ist, um welchen man, wie beim Schnurflechten, die Fadenbündel anlegt. Das Geflecht hat 10, 12 bis selbst 16 Schnüre.

Die Stearinkerzendochte sind immer geflochtene, aber weit dünner und aus viel feinerem Garn gemacht. Das Geflecht ist gewöhnlich nur dreischnürig. Die

*) In Deutschland, Belgien, der Schweiz, Amerika und den meisten Ländern ist die englische Bezeichnung für die Feinheitsgrade der Garne gebräuchlich; um sie zu verstehen, wird Folgendes hinreichen. Das Garn kommt bekanntlich in Strähnen in den Handel. Der Haspel, auf welchem diese erzeugt werden, hat einen Umfang von $1\frac{1}{2}$ Yards oder 54 Zoll engl. 80 Faden bilden ein „Gebinde", deren sieben auf einen Schneller gehen, der Schneller hat also eine Fadenlänge von 54×560 engl. Zoll oder 2520 engl. Fuß. Die Garnnummer bezeichnet nun die Anzahl solcher Schneller, die auf ein englisches Pfund gehen. Nr. 16 oder 40 ist Garn, wovon 16 oder 40 Schneller ein Pfund wiegen. In Oesterreich und Frankreich sind andere Numerotirungssysteme gültig, man erhält die Nummer von gleicher Feinheit nach österreichischer Bezeichnungsart, wenn man die englische Nummer mit 1,22 dividirt, und diejenige nach französischer Bezeichnungsart, wenn man die englische Nummer mit 1,18 dividirt.

feinste Garnnummer, welche wohl zur Verfertigung dieser Dochte gebraucht werden dürfte, ist Nr. 40 engl. und zwar werden in der gleichen Fabrik für Stearinkerzen,

4 aufs Pfund, 108 Faden gegeben.
5 » » 96 » »
6 » » 87 » »
8 » » 63 » »

In Frankreich dienen etwas gröbere Garnsorten. Die Faden liegen viel enger aneinander, als bei den Talgkerzendochten. Wallrath- und Paraffinkerzen haben ebenfalls geflochtene und dünne den Stearinkerzen ähnliche, zuweilen noch dünnere Dochte.

Wachskerzen werden noch vielfach mit gedrehten Dochten gemacht. Theils behauptet man, sie liefen leichter ab, wenn sie geflochtene (sich leichter biegende) Dochte haben, was jedoch nicht gut zu begreifen ist, da die künstliche Stearinsäure, die mit geflochtenen Dochten verarbeitet wird, einen nicht höhern Schmelzpunkt hat, als das Wachs, theils enthalten sich die Wachszieher der geflochtenen Dochte deshalb, weil das Publicum aus diesem Umstand leichter Verdacht schöpfen soll, die Kerzen seien Stearin- oder nur Wachs-plattirte Stearinkerzen. Die Fadenfeinheit und Fadenzahl wird ähnlich wie für Stearinkerzen genommen.

Eine grobe, rauhere Baumwolle, z. B. gewisse Sorten levantinischer, eignet sich besser zu Dochten, als jede andere.

Das Präpariren der Dochte, um sie minder leicht verbrennlich zu machen, oder doch um das Aufblähen des verkohlten Stückes zu verhindern, geschieht durch verschiedene sogenannte »Dochtbeizen«. Namentlich die Dochte für Stearinsäure- und Wachskerzen werden gebeizt, da man bei den Unschlittkerzen die Hoffnung nicht hegen darf, das zeitweilige Abschneiden des dicken Dochtes durch eine Beize unnöthig zu machen. Es dienen dazu theils Ammoniaksalzlösungen, theils Wismuthlösungen, theils borsaure Salze oder Borsäure. Mehrere der in den technischen Journalen und Handbüchern sich findenden Vorschriften machen, der Qualität der Stoffe nach, ganz richtige, der Quantität nach aber unbrauchbare Angaben. Gewöhnlich sind die empfohlenen Lösungen zu stark. Das kann z. B. mit Gewißheit gesagt werden von der folgenden, die von Smitt für Wachskerzendochte angegeben worden. 101

Auf 3 Quart (beinahe 3 Liter) Wasser sollen 2 Unzen Borax, 1 Unze Chlorcalcium, 1 Unze salpetersaures Kali, 1 Unze Chlorammonium genommen, die Dochte durch die Lösung gezogen und vor dem Darstellen der Kerzen getrocknet werden.

Eine einfache und nicht theure Dochtbeize für Stearinkerzen besteht in einer Salmiaklösung von 2 bis 3° B. Diese Concentration ist hinlänglich stark, eine schwächere beseitigt nicht den Uebelstand, daß beim Ausblasen des Lichts der Docht bis auf das Fettsäureniveau herabglimmt und nur schwer wieder angezündet werden kann. Die getränkten Dochte werden in einem doppelwandigen Blechkasten, in dessen hohler Umwandung Dampf einströmt, um den Kasten zu erwärmen, gut ausgetrocknet, ehe sie mit der Stearinsäure zusammengebracht werden. Anstatt des Salmiaks soll in Wiener Stearinsäurefabriken das theure, kaum aber bessere

Dienste leistende phosphorsaure Ammoniak gebraucht werden. Eine sehr gerühmte Beize besteht in 10 Pfund Wasser, 70 Grm. ($4^1/_2$ Loth) Borsäure, 10 Grm. (= $^2/_3$ Loth) starkem Alkohol und wenigen Tropfen Schwefelsäure. (Daß etwas mehr und entsprechend schwächerer Alkohol ebenso wirksam sei, versteht sich von selbst.)

Auf einen Umstand müssen wir aufmerksam machen, der vielleicht daran Schuld trägt, daß einzelne Beizen bald in schlechten Ruf kamen, auf die Schwerbenetzbarkeit der rohen Baumwolle. Diese muß zur Folge haben, daß einzelne Stellen der Faserbündel ganz unbenetzt bleiben, während sich an andern viel Flüssigkeit anhängt und da eintrocknet. Der Alkoholzusatz ist vielleicht nur in dem Sinne empfehlenswerth, als die Baumwolle in verdünntem Weingeist sich leichter benetzt, als in Wasser.

Verfertigung der Talgkerzen
(Unschlittkerzen, chandelles; tallow candles).

102 **Verschiedene Arten derselben.** Die gezogenen Kerzen (chandelles plongées, chandelles trempées, chandelles à la baguette; dips) werden durch wiederholtes Eintauchen der auf Stäbe oder Rahmen gehängten Dochte in das geschmolzene Fett erzeugt. Es möchte diese Methode wohl die weitest verbreitete, aber auch die mehr nur im kleinern Betrieb vorkommende sein. Das Verfahren und die Einrichtungen in ihrer einfachsten Gestalt, die jedoch viele Abänderungen behufs schnellerer Arbeit erfuhren, sind folgende: Der geläuterte und wieder geschmolzene Talg wird in einen etwa 3 Fuß langen, 2 Fuß hohen, oben 10 Zoll, unten 3 Zoll weiten, dichten, aus Holzbrettern gemachten Kasten (abime) gegossen oder geschöpft, der auf einem Untergestell steht, so daß dessen oberer Rand etwa in Tischhöhe vom Boden entfernt ist. Er ist mit Henkeln und Deckel versehen, um beliebig aufgestellt und während des Nichtgebrauchs geschlossen werden zu können. Der Arbeiter hat 16 bis 18 Dochte auf ein etwa $2^1/_2$ Fuß langes, dünnes, an den Enden etwas zugespitztes Holzstäbchen, den »Dochtspieß« (baguette), in möglichst gleichmäßiger Entfernung aufgehängt (daß hierzu nur Dochte sich eignen, die aus zwei Hälften zusammengelegt sind und oben eine Art Oehr bilden, ist begreiflich), faßt 10 bis 12 solcher Dochtspieße und taucht die an denselben hängenden Dochte in senkrechter Richtung und in rascher Bewegung in die Fettmasse. Durch dieses erste Eintauchen sollen die Dochte möglichst gleichmäßig mit Fett durchtränkt werden. Das Fett muß zu diesem Zweck noch ziemlich heiß und dünnflüssig sein.

Die Stäbe werden zunächst sämmtlich auf den Rand des Troges gelegt, dann einer um den andern, nachdem die verschobenen Dochte wieder gleichmäßig geordnet sind, in ein Gestell, den sogenannten Werkstuhl (égouttoir), von Holz, das mehrere Querleisten hat, auf welche die Enden der Dochtspieße aufgelegt werden, gehängt. Sind auf diese Weise alle Dochte, die der Werkstuhl fassen kann, durch einmaliges Eintauchen vorbereitet, so beginnt der Arbeiter mit dem zweiten Eintauchen. Das Fett im Troge ist unterdessen etwas abgekühlt, so daß jetzt

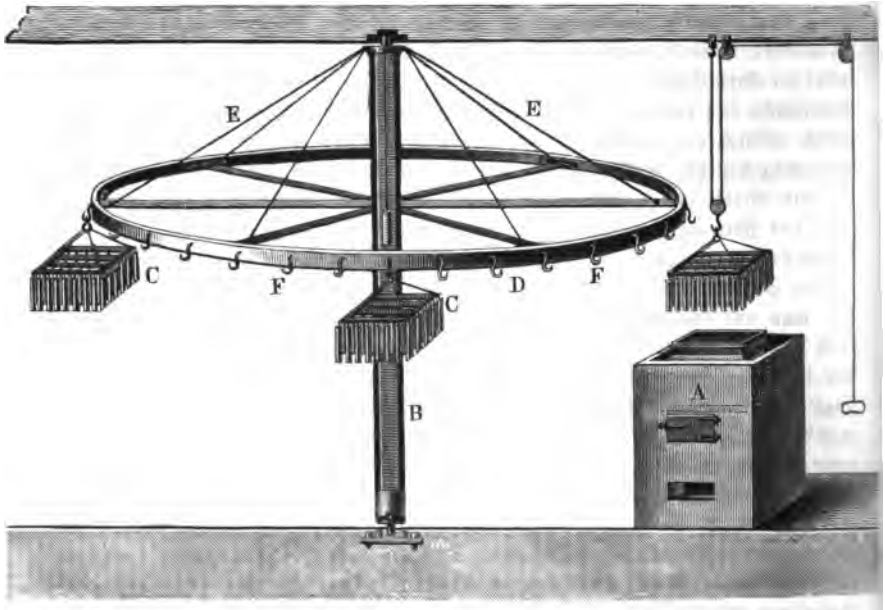
beim Wiedereintauchen eine etwas stärkere Schicht hängen bleibt. Man erkennt die zum Lichterziehen geeignete Temperatur des Fettes daran, daß dieses am Rande des Troges zu erstarren beginnt. Zuweilen muß, um eine gleichmäßige Mischung zu erzeugen, in dem Fette umgerührt werden; man vermeidet aber, zu tief aufzurühren, um den Satz am Boden nicht in die flüssige Masse zu bekommen. Durch Nachgießen heißen Fettes wird für das Erhalten der gewünschten Temperatur gesorgt. Seine Arbeit weiter führend faßt der Arbeiter zwei oder drei der Dochtspieße an ihren Enden, so daß sie durch die dazwischen gelegten Finger in passender Entfernung von einander bleiben, taucht sie ein und bringt sie auf den Werkstuhl zurück. Durch einen Kunstgriff des geübten Arbeiters, der in einer schüttelnden Bewegung besteht, wird verhütet, daß mehrere gesettete Dochte zusammenkleben. Bis die Reihe zum dritten- und viertenmal an die nämlichen Dochte gelangt, hatte das Fett auf denselben Gelegenheit, hinlänglich zu erkalten, so daß beim Eintauchen neue Lagen auf denselben bald erstarren. Es geschieht leicht, daß die unteren Enden der Kerzen dicker werden, als die oberen; um dem vorzubeugen, hält man nur das untere Stück einige Secunden in das geschmolzene Fett, wodurch die Wulste zum Abschmelzen gebracht werden. Man fährt mit dem Eintauchen so lange fort, bis die Kerzen die gewünschte Dicke haben. Beim letzten Zuge senkt man etwas tiefer ein, um dem obern Ende die kegelförmige Zuspitzung zu geben. Sind dieselben dann nach unten zu dick, so dient zuweilen ein von unten gewärmtes Kupferblech mit schmal aufgebogenem Rande, über dem man die Kerzen aufhängt, damit der der Hitze nähere Theil schmelze; das Geschmolzene läuft durch eine an der flachen Kupferpfanne seitlich angebrachte Scheibe in ein darunter aufgestelltes Gefäß ab. Das Geschäft des Lichterziehens erleidet auch bei diesem jeder complicirteren Einrichtung entbehrenden Verfahren eine Menge von Modificationen, die sämmtlich in die Reihe der Handgriffe gehören und hier nicht besprochen werden können.

Eine ziemlich große Zahl vervollkommneter Einrichtungen, die alle den Zweck haben, daß ein Arbeiter in einer gegebenen Zeit mehr Kerzen zu Stande bringen könne, laufen darauf hinaus, daß die Dochte, anstatt an Stäben, die einzeln eingetaucht werden, an Rahmen hängen, die eine größere Zahl von Dochten fassen, und daß mechanische Einrichtungen vorhanden sind, um diese Rahmen über die Pfanne und von derselben hinweg zu führen und sie in das Fett zu senken und wieder auszuziehen. Entweder hängen die Rahmen an einem geradlinigen Gestell, unter dem der Fetttrog auf einer Eisenbahn hin- und herbewegt wird, oder derselbe bleibt stehen und die Rahmen werden über ihm vorbeigeführt, sei es in geradliniger oder kreisförmiger Bewegung. Eine Einrichtung der letzteren Art ist die hier zu beschreibende.

A, Fig. 79 (a. f. S.), ist der Fetttrog, der (wie es übrigens auch zuweilen in den gewöhnlichsten Werkstätten der Fall ist) von unten durch ein Wasserbad geheizt werden kann. *B* ist eine verticale Welle, an der ein schmiedeeisernes Rad *D* sitzt, das durch Streben *E* in horizontaler Lage erhalten wird, und welches an seiner Peripherie Häkchen *F* trägt, in welchen viereckige, eiserne Rahmen *C* hängen, an welchen die Dochte befestigt sind. Durch Umdrehen der Welle *B* werden

die Rahmen *C* der Reihe nach über den Keſſel *A* geführt und dort an eine über eine Rolle geſchlagene Schnur ausgehängt, um vom Arbeiter an dieſer niedergelaſſen und in das Fett eingetaucht werden zu können.

Fig. 79.



Die gezogenen Kerzen haben in der Regel, verglichen mit den gegoſſenen, das weniger ſchöne Anſehen, ſie ſind nie ganz genau cylindriſch geformt. Um dies zu Stande zu bringen, hat man vorgeſchlagen, ſie durch kreisrunde am Rande geſchärfte Löcher eines Zieheiſens, ähnlich wie es beim Drahtziehen der Fall iſt, hindurch gehen zu laſſen, zuerſt durch die weiteren und allmälig durch engere, wodurch die Unebenheiten abgeſchabt werden. Die Arbeit ſcheint kaum die Mühe zu lohnen, wenigſtens bemerkt man nicht ſo präparirte Kerzen im Handel. An manchen Orten giebt man den gezogenen Kerzen deswegen den Vorzug vor den gegoſſenen, weil der Docht bei letzteren zuweilen nicht genau in der Mitte ſteht und ſie deshalb leichter ablaufen. Durch ſorgfältige Arbeit weiß man indeß dieſem Uebelſtande abzuhelfen.

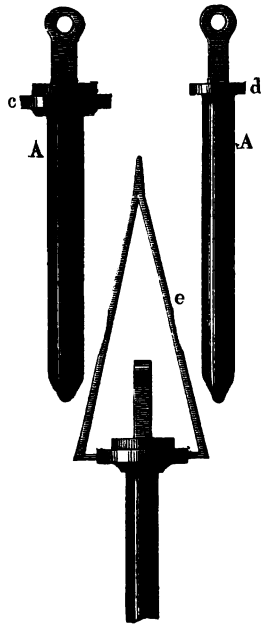
103 **Die gegoſſenen Kerzen** (chandelles moulées; moulds) werden dadurch erzeugt, daß der Docht in der Axe eines hohlen, faſt cylindriſchen Modells, »der Form«, angeſpannt, und um dieſen das flüſſig gemachte Leuchtmaterial gegoſſen wird. Das Material der Formen iſt heut zu Tage wohl beinahe ausſchließlich eine Legirung von Zinn und Blei, gewöhnlich 2 Zinn auf 1 Blei; früher waren gußeiſerne, meſſingene, zinnerne und ſelbſt gläſerne Formen im Gebrauch.

Die Formen aus Zinn und Blei werden, wenn ſie etwas complicirtere Ge-

ſtalt haben, in Eiſenmodeln gegoſſen, oder wie es gewöhnlich geſchieht, von den Kerzenfabrikanten ſelbſt »gezogen — getunkt«. Unter Ziehen der Kerzenmodel verſteht man die Erzeugungsart, bei welcher nur ein kalter Stahlkern in die ſchmelzende Metallmaſſe eingeſenkt wird, an dem ſich die leicht ſchmelzbare Legirung anhängt und erſtarrt. Die Legirung wird in einem eiſernen Keſſel geſchmolzen, hinter dem Keſſel ſteht, von den heißen Verbrennungsproducten des Feuerraums umſtrömt, ein etwas hoher Tiegel, welchen man mit der geſchmolzenen Maſſe füllt, um ſie in dieſem Gefäß zu verarbeiten. Man läßt, ehe man mit der eigentlichen Arbeit beginnt, das Metallgemiſch ſo weit erkalten, daß eine Rolle weißen Schreibpapiers, raſch in dieſelbe eingetaucht, nicht mehr verkohlt, ſondern nur ſchwach gelb wird.

Die Geſtalt des Kerzenmodels wird gegeben durch einen Stahldorn, Fig. 80 *A*, der cylindriſch, ſchwach koniſch abgedreht und polirt iſt und an ſeinem obern Ende ein ſtarkes Oehr hat. Man kann daran unterſcheiden den obern griffartigen Theil, woran das Oehr iſt, und den untern polirten, der in allen Dimenſionen der zu bildenden Kerze entſpricht. Beim Eintauchen wird über *A* eine Art Ring *c* geſchoben, der an der Verſtärkung *d* anliegt. In dieſem Ringe ſind auf beiden Seiten Schlitze angebracht, in welche das Maul einer Federzange *e* eingreift, ſo daß, wenn dieſe zuſammengedrückt wird, der ganze Stahldorn ſammt dem Ringe daran hängt. Der Dorn wird auf dieſe Art gefaßt und bis zu dem Ringe *c* in das ſchmelzende Metall eingetaucht und ſchnell wieder herausgezogen. Dadurch hat er ſich mit einer äußerlich körnig rauhen Haut von Metall überzogen. Um dieſe von dem Dorn abzuziehen, wird der letztere nach Beſeitigung der Zange *e* an einem Tiſch, Fig. 81 (auf folg. Seite), mit ſtarker Tiſchplatte von Eichenholz aufgehängt. Es befindet ſich zu dem Ende in der Tiſchplatte ein Einſchnitt *F* ſo geſtaltet, daß der Ring *c* nach oben und unten von dem Rande deſſelben feſtgehalten wird. In das Oehr des Stahldorns wird der Haken des Hebels *gh* geſteckt; der Hebel hat ſeinen Unterſtützungspunkt auf dem Bolz einer an dem Tiſch feſtgeſchraubten ſenkrechten, oben geſchlitzten, eiſernen Stütze *i*; durch Drücken auf den Griff *h* wird der Ring *c* an den obern Rand des Einſchnittes *F* angedrückt und von dieſem zurückgehalten, während der Dorn ſelbſt über den Einſchnitt *F* durch die Hebelkraft herausgezogen wird. Der Ring *c*, nur am untern Rande noch mit etwas Metall überzogen, läßt ſich leicht von dem hohlen Cylinder trennen. An dem letztern iſt nun nichts mehr zu thun, als daß er unten durchbohrt und oben etwas abgedreht werden muß, damit ſein Rand eben werde. Der hohle Cylinder behält an ſeinem obern Ende einen Rand von etwas größerem Durchmeſſer, ver-

Fig. 80.



möge deſſen er in der Oeffnung im Gußtiſch hängen bleibt. Nach jedem Eintauchen und Abziehen des hohlen Models wird der Stahldorn in kaltes Waſſer getaucht und mit einem Tuch gut abgetrocknet, ehe aufs Neue eingetaucht wird.

Fig. 81.

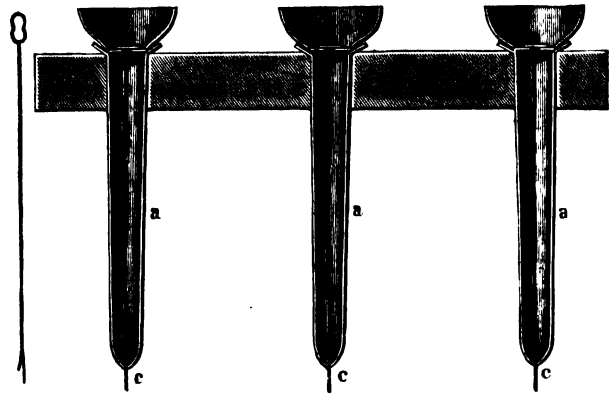
Fig. 82.

Iſt die gewünſchte Anzahl von Modeln fertig und ſoll der Stahldorn aufbewahrt werden, ſo zieht man die letzte Metallhülle nicht von demſelben ab, ſondern läßt ſie daran und bewahrt den Stahl ſo auf, damit er vor dem Roſten geſchützt ſei.

Zu dem auf dieſe Weiſe erzeugten Hohlcylinder gehört, um den ganzen in der franzöſiſchen Talgkerzenfabrikation gebräuchlichen Model darzuſtellen, noch ein anderes trichter- oder ſchüſſelförmiges Stück, das den Dochthalter trägt; es hat die Form Figur 82 und trägt an ſeiner untern engern Mündung einen ein Stück damit bildenden Steg *b* mit einer möglichſt genau central fallenden Oeffnung, den Dochthalter. Die beſchriebenen Formen ſind die gebräuchlichſten, einige Abänderungen an denſelben werden bei der Stearinkerzenfabrikation beſchrieben werden. Der Gießtiſch iſt ein tiſchartiges Geſtell, deſſen Platte, Fig. 83, viele Löcher von der Weite des äußeren Durchmeſſers der Kerzenform hat, die in möglichſt gleichweiten Abſtänden von einander eingebohrt ſind. In dieſem Geſtell werden die Formen *a* eingehängt, dann die Schüſſelchen oder Trichter aufgeſetzt und nun die Dochte eingezogen. Dieſes geſchieht auf folgende Weiſe. Die in entſprechender Länge abgeſchnittenen Dochte werden an ihren obern Enden in geſchmolzenen Talg eingetaucht, damit an einem jeden ſich ein Fettwulſt bilde, das andere Ende wird durch die Oeffnung des Dochthalters längs der Form hinab

und durch die untere Oeffnung derſelben bei *c* gezogen. Dies geſchieht mittelſt einer Nadel, an die der Docht geſteckt wird und die ſich, ſobald er unter *c* herausragt, leicht zurückziehen läßt; ſie hat die Form Fig. 84. Die Durchbohrung

Fig. 84. Fig. 83.



der Form bei *c* iſt ſo enge, daß ſie von dem Dochte beinahe vollkommen ausgefüllt wird. Nachdem dieſe Vorbereitungen geſchehen ſind, wird mit dem Gießen der Kerzen begonnen. Man ſchöpft das geläuterte, flüſſige Fett aus dem Schmelzkeſſel in Gußkannen von der Form Fig. 85. Eine ſolche faßt 5 bis 6 Litres (3 Liter = 2 Maß, ein Litre nahezu 1 preußiſch Quart) Fett. Man beginnt mit dem Guß, ſobald das Fett auf der Oberfläche in der Kanne zu erſtarren beginnt. Wird daſſelbe zu heiß ausgegoſſen, ſo laſſen ſich die Kerzen nicht leicht aus den Formen nehmen; ſollte das aber dennoch der Fall ſein, ſo taucht man die gefüllte Form raſch in heißes Waſſer, wonach ſich die Kerze leichter herausnehmen läßt. Gießt man zu ſtark abgekühltes Fett in die Formen, ſo wird der Docht nicht recht durchdrungen und liegt ſtellenweiſe hohl in der Kerze. Nach einiger Zeit, die durch Uebung gelernt werden muß, bevor das Fett ganz erſtarrt iſt, zieht man an jeder unten hervorragenden Dochtſpitze, damit der Docht ſtraff geradlinig und in der Mitte der Kerze zu ſtehen komme.

Fig. 85.

Ein etwas mehr complicirter Gießtiſch für Talgkerzen wird bei den neueren Methoden des Stearinkerzengießens beſprochen werden.

Von den aus den Formen genommenen Kerzen ſind nun noch die oberen dicken Anſätze, die ſogenannten verlorenen Köpfe, abzuſchneiden, was am einfach-

sten von Hand mittelst eines scharfen Messers und einer kleinen Lade geschieht, in welche die Kerzen beim Abschneiden gelegt werden, um die Länge von allen gleich zu erhalten.

Die Talgkerzen werden durch Liegenlassen weißer, und zwar geschieht dies selbst in den Versendungskisten, in die man sie sofort nach ihrem Fertigwerden verpackt, also ohne Licht und bei sehr geringem Luftzutritt, schneller freilich, wenn sie in lichten Räumen liegen oder aufgehängt sind.

Verfertigung der Stearinsäurekerzen

(auch fälschlich Stearinkerzen, bougies stéariques; stearic candles).

104 Diese werden nur durch Gießen erzeugt. Das Material der Gießformen ist dasselbe, ihre Gestalt und Einrichtung eine ganz ähnliche wie für die Talgkerze, und das ganze Verfahren weicht nur in einigen minder wesentlichen Punkten von dem soeben beschriebenen ab.

Die Formen, wie sie gewöhnlich im Gebrauch sind, Fig. 86, bestehen aus einem cylindrischen und einem mehr trichterförmigen Theile, nur mit dem Unterschiede von den Talgkerzenmodeln, daß diese beiden an einem Stücke sich befinden. Diese Formen werden meist durch Gießen, jedoch auch oft durch Ziehen erzeugt. Sie haben am untern Ende des kegelförmigen Theils *a* zwei diametral einander gegenüber liegende Vertiefungen *b b*, in welchen eine der untern Trichterweite entsprechende Nadel *c* zu liegen kommt. Diese ist durch den geflochtenen Docht *d* hindurch gesteckt und hält ihn fest. Das Einführen des Dochtes geschieht ganz ähnlich wie bei den Talgkerzen, der Docht aber wird unten durch einen Stift *e* an den Rand der Oeffnung der Form angedrückt und auf diese Art gespannt erhalten.

Fig. 86.

Die Formen werden, bevor sie mit der geschmolzenen Stearinsäure gefüllt werden, etwas angewärmt. Dies geschieht dadurch, daß man sie in eine Blechwanne mit doppelten Wänden hängt, die durch einen Dampfstrom, welcher zwischen den Wänden circulirt, so erwärmt wird, daß der innere Raum eine Temperatur von etwa 50° C. hat. Die gewärmten Formen werden in den Gießtisch gebracht und möglichst rasch gefüllt. Zu diesem Ende wird die Stearinsäure in einem

cylindriſchen Kupferkeſſel, der mit einem Dampfmantel umgeben iſt, durch die Wärme des in letztern einſtrömenden Waſſerdampfes geſchmolzen, und ſobald ſie ganz klar und dünnflüſſig geworden, in einen daneben ſtehenden kleineren Keſſel geſchöpft, in welchem ſie ſo lange umgerührt wird, bis ſie eine milchige, mehr dickliche Flüſſigkeit darſtellt. Ohne dieſe Vorſicht erhält man die Kerze in großblättrigem kryſtalliniſchem Gefüge, wodurch das Zerſpringen derſelben beim Stoß und Ablaufen beim Brennen ſehr leicht veranlaßt wird. Ehe man erkannt hatte, daß man durch Einhalten der paſſenden Temperatur das Kryſtalliſiren der Stearinſäure verhindern kann, hat man durch Zuſätze dem Uebelſtande vorzubeugen geſucht. Dahin gehört z. B. eine geringe Menge arſenige Säure oder einige Procente Wachs, erſtere aber iſt ebenſo gefährlich, als letzteres das Product vertheuert, ſo daß man von beiden hat abkommen müſſen. Etwas abweichend von dem beſchriebenen Verfahren iſt dasjenige, was Jacquelin als das in der Fabrik von Jaillon, Moinier u. Comp. in La Vilette bei Paris übliche, fand, und über welches er, wie folgt, berichtet: »Die Aufſtellung der Gießformen zeigt Fig. 87. Auf einem hölzernen Geſtell *d*, welches mittelſt Räder auf einer Eiſenbahn *f* leicht beweglich iſt, ſind drei Abtheilungen von Gießformen neben einander angebracht. Jede derſelben beſteht aus einem länglich vierſeitigen Eingußkaſten (porte-moule) *m* von $4^1/_2$ Centimeter Höhe und aus 39 Formen (in 3 Reihen, jede zu 13) *n*, die an dem Boden deſſelben angeſchraubt ſind. Jede Abtheilung von Formen kann um eine Axe *g* gedreht und dadurch auf die Seite geſtellt werden (wobei man an der Handhabe *i* anfaßt), was in der Figur

Fig. 87.

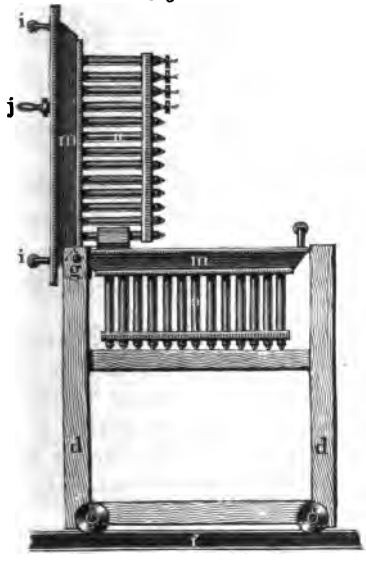


Fig. 88.

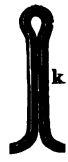
Fig. 89.

mit einer der Abtheilungen angedeutet iſt. Es geſchieht dies, wenn die Dochte in die Formen eingezogen werden ſollen. Das Einziehen wird mittelſt des in Fig. 88 dargeſtellten Inſtruments *j* bewirkt. Oben in jede Form legt man einen Ring (Fig. 89) von verzinntem Eiſenblech und führt den Docht durch das in dem Stege deſſelben befindliche Loch *l* hindurch.

Oberhalb des Steges wird der Docht durch einen Knoten feſtgehalten. Das

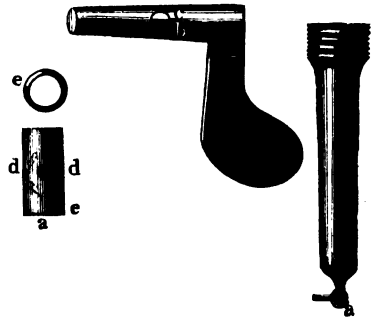
untere Ende des Dochtes befeſtigt man mittelſt einer Pincette *k*, Fig. 90, von verzinntem Eiſendraht, die man darüber ſchiebt. Dieſe Pincette hält den Docht angeſpannt, jedoch nicht ſo ſtark, daß derſelbe nicht beim Schwinden der Kerze etwas nachgeben könnte, wodurch das Reißen derſelben möglichſt verhütet wird.

Fig. 90.



Eine neuere Conſtruction der Gießformen zeichnet ſich durch die Einrichtung aus, daß an deren unterem Ende eine Einrichtung angebracht iſt, mittelſt deren der Docht abgeſchnitten und zugleich in der Form feſtgehalten wird. Dieſelbe beſteht aus einem Hahn *b*, Fig. 91, von Meſſing, deſſen Nuß *a* in die Gußform beim Gießen derſelben ſelbſt eingeſchmolzen iſt. Dieſelbe hat auf dem äußern cylindriſchen Theil einige ausgefeilte Kerbungen *d*, damit das geſchmolzene Metall ſie feſter faſſe; ferner an einem Rande einen Ausſchnitt *e*, um zu bewirken, daß die Lilie nur ein Kreisſegment von circa 130° bei ihrer Drehung durchlaufen könne. Die Lilie hat an ihrer Durchbohrung, durch welche der Docht mittelſt einer Nadel, wie Fig. 88, bei richtiger Hahnenſtellung hindurchgeſchoben werden kann, einen durch einige Feilſtriche hervorgebrachte Schärfung *c*. Wird der Griff des Hahns ſo gedreht, daß dieſe Schneide ſich gegen den Docht bewegt, ſo wird dieſer abgeſchnitten und das in der Gußform ſteckende Stück zugleich ſo eingeklemmt, daß es in derſelben centriſch geſpannt bleibt.

Fig. 91.



Wenn Alles gehörig vorbereitet iſt, wird die bis 40° C. erkaltete Stearinſäure mittelſt eines blechernen mit Ausguß verſehenen Eimers in die Käſten *m* eingegoſſen. Die Formen füllen ſich dabei, und in den Käſten bleibt eine Portion der Stearinſäure ſtehen. Letzteres dient dazu, die Bildungen von Höhlen in den Kerzen zu verhüten. Gleich nach dem Eingießen der Stearinſäure werden Handhaben *Q* (Fig. 92 und 93, welche eine Abtheilung Formen von der Seite und

Fig. 92.

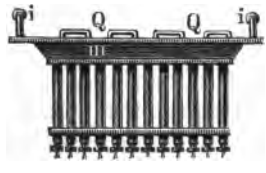


Fig. 93.

von oben geſehen darſtellen) in dieſelben eingeſetzt. Es ſind dies Streifen von verzinntem Eiſenblech, die beim Erſtarren der Stearinſäure von derſelben feſtge-

halten werden, so daß man dann durch Anfassen an den aufwärts gebogenen und aus der Stearinsäure vorstehenden Theilen dieser Streifen, die in dem Kasten befindliche Stearinsäure, nachdem zuvor die Pincetten *k* Fig. 90 entfernt sind, herausziehen kann. Dieses Herausziehen erfolgt in mehreren Theilen, in welche man den ganzen Gießkopf dadurch theilt, daß man, gleich nach dem Eingießen, in die Stearinsäure Blechstücke *y* vertical zwischen den Handhaben einsetzt. Durch die in den Figuren angedeutete verschiedene Stellung der Handhaben bezeichnet man Kerzen verschiedener Art. Nachdem die Kerzen aus den Formen herausgezogen sind, was gewöhnlich vier Stunden nach dem Gießen geschehen kann, schneidet man sie an der Basis dicht an den Ringen, die das eine Ende des Dochtes hielten, mit einem Messer ab, und trennt sie somit von diesen Ringen und von dem Gießkopfe.« — Mit Recht wird gegen dies Verfahren, das sich wesentlich nur durch den gemeinsamen Eingußkasten der Formen von dem vorher beschriebenen unterscheidet, eingewendet, daß die kleinen Vortheile, welche diese Einrichtung bietet, indem sie die Fortbewegung einer größern Anzahl von Formen erleichtert und die Zeit des Eingießens verkürzt, dadurch aufgewogen werden, daß die Formen schwerer und wegen viel größeren Materialverbrauchs theurer ausfallen, daß das Schadhaftwerden einer einzigen die Beseitigung von 38 anderen nöthig mache, und daß zuviel verlorner Kopf, d. h. Stearinsäureabfall, sich ergebe, der sorgfältig vor Verunreinigung bewahrt werden müsse, wenn er durch einfaches Umschmelzen zu einem nachfolgenden Gusse soll dienen können. Das Schlingen eines Knotens, an dem der Docht in dem Oehr des Steges hängen bleibt, ist immerhin eine Arbeit, die, verglichen mit anderen Methoden des Einführens des Dochtes, mehr Zeit in Anspruch nimmt. Man hat sich in mehreren neueren Verfahrungsarten bemüht, gerade bei diesem Geschäfte die möglichste Zeitersparniß zu erzielen. Es gehört dahin die sogenannte porte-moule à robinet, eine Einrichtung, bei welcher der Docht über der Form durch eine kleine Zange festgehalten wird, die sich mit Leichtigkeit öffnen und schließen läßt.

Das gleiche Ziel verfolgen auf höchst rationelle, die ganze Kerzengießerei 105
umgestaltende Weise mehrere neuere Gießtischconstructionen: so das Verfahren, das sich Ch. Kendall in England patentiren ließ und das jetzt dort in ziemlich großer Verbreitung Anwendung finden soll. Es ist bei demselben auf einen continuirlichen Betrieb abgesehen und neu namentlich das daran, daß die noch aufgespuhlten Dochte durch die Formen gezogen und erst dann abgeschnitten werden, wenn die Kerzen gegossen und aus den Formen genommen sind. Weil den Kerzen eine gewisse Zeit zur Erkaltung gegeben werden muß, wird erforderlich, wenn derselbe Arbeiter ununterbrochen gießen, ein anderer aus der Form nehmen und abschneiden, ein dritter die Gießköpfe beseitigen soll, daß eine sehr große Zahl von Formen und ihren Formtischen vorhanden seien. Diese werden auf Eisenbahnen zu der Stelle, wo sie gefüllt werden sollen, hingefahren und es rücken immer andere Gießtische nach, während die Formen der ersteren nach dem Erkalten entleert und mit neuen Dochten versehen werden, um zu dem Gießer zurückzukehren. Was die Einrichtungen zur Fortbewegung der Gießtische angeht, so läßt sich diese in den verschiedensten Abänderungen denken. Die Idee, conti-

continuirlich die Dochte nachzuziehen, wird aus Fig. 94 ſich erkennen laſſen. Dieſelbe ſtellt den ſenkrechten Durchſchnitt durch den obern Theil eines Gießtiſches vor. In jedem der auf Schlitten ruhenden Gießtiſche ſind 16 Formen in zwei Reihen, jede von 8 Formen angebracht. Dieſelben ruhen zwiſchen zwei horizontalen Brettern *a* und *b*, in welche kreisrunde Löcher eingeſchnitten ſind. Die Formen *m* ſind in dem obern dieſer Bretter feſtgeſchraubt. Rings um dieſen obern Boden iſt ein dünner Holzrand angebracht. Derſelbe iſt von drei Seiten feſt, an der vierten *d* aber iſt es nur ein Schieber, der, niedergelaſſen, das kaſtenförmige Gefäß nach einer Seite hin öffnet. Die Spitze der Formen ruht auf Scheiben von vulcaniſirtem Kautſchuk *o* und dieſe liegen auf Querriegeln *e*. Die Querriegel *e*, ſowie die Platten *o* ſind an den Stellen, wo die Formen aufliegen, ſenkrecht durchbohrt, die Durchbohrungen jedoch nicht weiter, als daß der Docht knapp hindurchgeht. Die Riegel *e* drücken ſich von unten feſt gegen die Formſpitzen *n* an; auf dieſe Weiſe wird bewirkt, daß weder durch die Oeffnungen, noch über den Kautſchukplatten, Fett ausfließen kann. Unter den Riegeln *e* liegen die Dochtſpulen *k* in zwei Reihen. Um die Dochte ſenkrecht und central zu halten, dienen Zangen, wie diejenige Fig. 95. Es

Fig. 94.

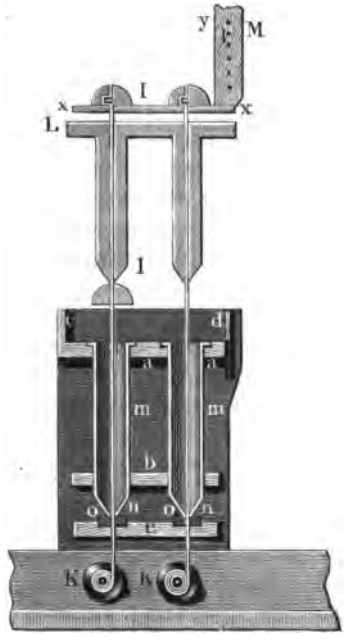
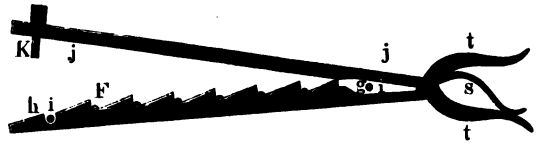


Fig. 95.



ſind auf dem Rande *c* des Bodens *a* vier Stifte *i* angebracht, je zwei in der Verlängerung der beiden Formenreihen. Dieſe Stifte ſind dazu beſtimmt, die Zangen *j* vermöge kleiner Oeffnungen *gh*, die ſie an den Enden ihrer Backen tragen, feſtzuhalten. An dem einen der Backen *F* ſind Einſchnitte angebracht, in dieſe paſſen genau (d. h. wenn die Zange über die Stifte *i i* geſchoben iſt) die Dochte, ſo daß ſie genau ſenkrecht und in der Mitte der Formen ſtehen. Wird auf den Griff der

Zange *t* gedrückt, so daß die aufsperrende Feder *s* nachgiebt und die Backen der Zange sich schließen, und wird der Schließhaken *k* eingehängt, so sind alle Dochte fest in die Zange gefaßt, und die Zange kann nach dem Eingießen und Wiedererstarren des Fettes als Hebevorrichtung für alle acht Kerzen einer Reihe dienen. Das Herausheben geschieht auf folgende Weise. Der während des Gießens und bis nach dem Erkalten geschlossene Schieber *d* wird niedergelassen und zugleich gegen den Rand *c* ein leichter Schlag geführt, so daß der tafelförmige verlorne Gießkopf sich von den Wänden trennt; dann werden auf der Seite *d* zwei horizontale Schienen *x* unter die beiden Zangen geschoben. Diese Schienen *x* sind an den schmalen verticalen Leisten *m* befestigt; werden letztere um 90° gedreht, so treten die Schienen *x* unter die Zangen. Es ist an den Leisten *m* eine Vorrichtung, vermöge deren sie in eine gewisse Höhe über die Ebene, in der sie bis jetzt lagen, gehoben werden können. Diese Höhe entspricht dem Dochtstück, an dem die Kerze angegossen ist, mit Hinzurechnung des nöthigen unten und oben hervorragenden leeren Dochtes. Der Apparat zum Heben der Kerzen aus den Formen findet sich nicht über jedem Gießtisch, sondern nur einmal in der Fabrik aufgestellt, und die Gießtische mit Schlitten werden auf den erwähnten Eisenbahnen an die Stelle gefahren, wo derselbe steht. Sind die 16 Kerzen sammt dem Gießkopf auf die erforderliche Höhe über den Formen gehoben, so werden unten zwei neue Zangen, gleich der Fig. 94, in die Stifte *i* geschoben und geschlossen, um die Dochte zu fassen, dann über denselben der Docht abgeschnitten und zuletzt der Gießkopf nebst den über ihn hinausragenden Dochtenden durch ein Messer entfernt.

Als eine entschiedene Verbesserung der Construction von Kendall ist der 106
Gießapparat von Cahouet u. Morane in Paris anzusehen. Diese patentirte Maschine ist in kurzer Zeit sehr weit verbreitet worden. Es ist gegen die Einrichtung von Kendall vorzüglich das einzuwenden, daß sie darum kostspieliger wird, weil bei der Langsamkeit des Erkaltens der Stearinsäure in den Formen eine gewisse Anzahl von Apparaten nothwendig wird, um ununterbrochen fortarbeiten zu können. Auch liegt ein Hinderniß seiner allgemeinern Einführung darin, daß wegen der Eisenbahn, auf welcher die Gießtische, einer nach dem andern, zum Kessel geführt werden müssen, nicht ein jedes Local leicht dazu gebraucht werden kann. Wesentlich neu an dem Apparate von Cahouet und Morane ist die Einrichtung zu künstlicher Abkühlung der Formen.

Fig. 96 (a. f. S.) ist eine Vorder-, Fig. 97 (S. 129) eine Seitenansicht dieser Gießmaschine, *A* das Gestell, dessen unterer Theil *A'* mit Blechwänden und Thüren eingewandet ist. Dieser hat drei Abtheilungen: *b c* der Raum, in welchem die Formen, an 10 Pfannen befestigt, eingehängt sind. Jede Pfanne (ganz ähnlich Fig. 92 u. 93) hat zwei Reihen Formen, jede von 10 Stück, also lassen sich auf einer derartigen Maschine in einem Guß 200 Kerzen fertigen. Diesem Theil der Maschine kann von einer Seite her durch das Rohr *f* und die Hähne *f'* Dampf zugeführt werden, damit die Formen sich erwärmen, und auf der andern Seite ist ein Rohr angebracht, durch das, nach Absperrung des Dampfes, kalte Luft mittelst eines Ventilators zugeführt werden kann. Der Raum *c d* ist nach oben

und nach unten durch horizontale Wände abgesperrt, es befinden sich in demselben eben soviel senkrecht gespannte Dochte als Gießformen vorhanden sind. Die Absperrung nach dem Raume *b c* hin muß genau sein, damit die Dochte nicht

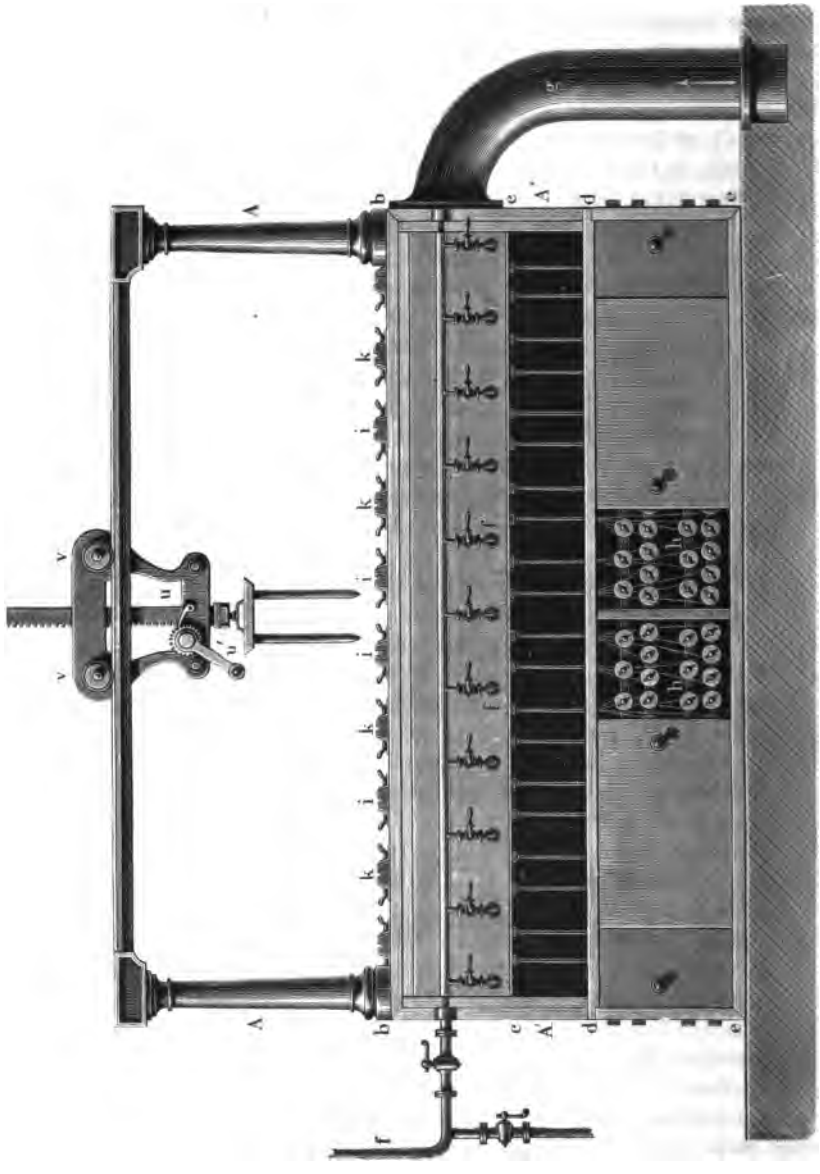


Fig. 96.

durch den Dampf naß werden. In dem Raume *dc* sind auf mehreren horizontalen Leisten Stifte angebracht, worauf die Spulen *h* sitzen. Auf diesen sind die Dochte aufgewickelt, gehen von da durch Oeffnungen in der Zwischenwand *d* nach den Formen. In der Wand *d* ist in jeder Oeffnung eine kleine Vorrichtung angebracht, mittelst deren der Docht ein wenig eingeklemmt wird, so daß er zwar etwas straff gespannt, jedoch nicht so festgehalten wird, daß er nicht einem Zuge nach oben nachgeben und von den Spulen abgewickelt werden könnte. An dem Apparate sind noch besonders zwei Theile von Wichtigkeit. Der eine, mittelst dessen das Senkrechthalten der Dochte in den Formen bewirkt wird, und der andere, mittelst dessen die fertigen Kerzen und die um die Spulen geschlungenen an den Kerzen hängenden Dochtenden aufwärts gezogen werden. Das erstere geschieht auf folgende Weise: In Fig. 96 bemerkt man trapezförmige, senkrechte Hervorragungen *i i*. Dies sind verzinnte, in zwei Reihen an der vorderen und hinteren längeren Seite fest an dem Gießkasten angebrachte Bleche. Sie haben in der Mitte ihrer schmalen obern Seite eine viereckige Kerbe *k*. An je zwei dieser einander entsprechenden Bleche lehnen sich Schienen an, die in Fig. 98, 100, 101 und 104 mit *l l* bezeichnet sind. Dieselben haben ihrer ganzen Länge nach einen Bug bei *m*, so daß sie mit der einen Fläche an den schrägen Wänden von *i*, Fig. 96, mit der andern

Fig. 97.

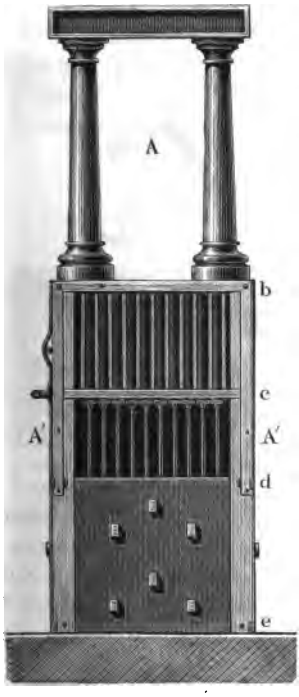
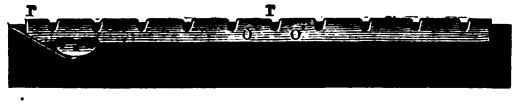


Fig. 98.

Fig. 99.



horizontal aufliegen. Die horizontal liegende Fläche der Schiene *l l* hat Kerbungen *n n n*, und zwar zehn, einer jeden Form eine entsprechend. Durch diese Kerben gehen die obern Enden der Dochte. Festgehalten werden sie in denselben

durch eine zweite Schiene, die in Fig. 99, 100, 101 und 102 mit *o o'* bezeichnet ist. Fig. 99 ist ihre Längenansicht, Fig. 101 der Querschnitt, letztere Figur und

Fig. 100.

Fig. 101.

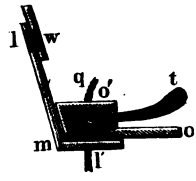


Fig. 102.

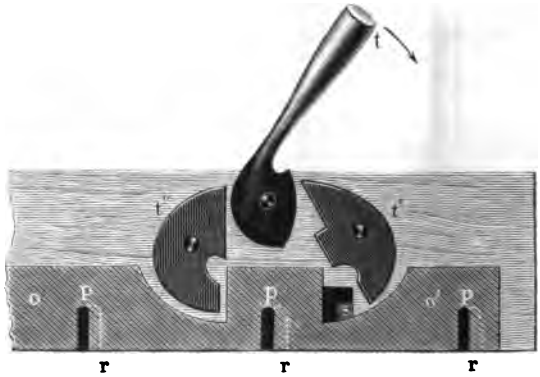


Fig. 104 versinnlichen zugleich die Art und Weise, wie sie auf der Schiene *l l* aufliegt. Auch die Schiene *o o'* ist gekerbt und die Kerben *r r*, Fig. 99, correspondiren genau jenen *n n* der Schiene *l l*. Die Schiene *o o'* bildet nach der einen Seite hin ein Rohr *o'* aus Messing von fast rectangulärem Querschnitt. Die Kerben *r r* sind aber in diesem röhrenförmigen Theil *o'* eingeschnitten. Die obern Dochtenden gehen auch durch diese Kerben *r r* und ragen, wie aus Fig. 101 und 104 ersichtlich ist, bei *q q* heraus. In dem röhrenförmigen Theil der Schiene *o o'* befindet sich ein eiserner Riegel, der durch das ganze Rohr hindurchgeht; auch dieser Riegel hat Kerben *p p*, Fig. 102, die je nach der Stellung des Riegels mit jenen der Röhrenwand *r r* zusammenfallen oder etwas seitlich von diesen zu liegen kommen. Im letztern Falle wird der Docht, der durch *n n*, *p p*, *r r* hindurchgeht, gekrümmt und zugleich fest eingeklemmt. Die Verschiebung des Riegels *s*, Fig. 101, geschieht mittelst des durch eine Platte bedeckten Schlosses, das Fig. 102 deutlicher erkennen läßt. *s'* auf dieser Figur ist ein Backen des eisernen Riegels *s*, *o'* ist der messingene, röhrenförmige Theil der Schiene *o*, *t*, *t'* und *t''* sind Hebel, deren Spiel bei der Bewegung des Armes *t* in der Richtung des Pfeiles von selbst verständlich ist. Durch den Druck von *t'* auf *s'* wird die Kerbe *r* so gestellt, daß ihre Wände mit jenen der Kerben *p* zusammenfallen, die Dochte also gelöst werden. Die umgekehrte Bewegung des Hebels *t* bringt die entgegengesetzte Wirkung, d. h. das Schließen des Riegels und das Einklemmen der Dochte hervor. Wenn also die Schienen *l l* und *o o'* zwischen die verticalen Blechwände *i i*, Fig. 96, aufeinander gelegt sind und der Riegel *s* geschlossen wird, so sind alle Dochte festgehalten; das Gießen der Kerzen geschieht in dieser Stellung der beschriebenen Theile. Denkt man sich bei geschlossenem Riegel *s* die beiden Schienen *l l* und *o o* senkrecht in die Höhe bewegt, so werden die Dochte und, falls

das Gießen und Erkalten des Fettes beendigt iſt, mit dieſen die Kerzen aus den Formen nachgezogen werden. Dies Herausziehen wird bewirkt durch die Winde uu', die mittelſt der Rollen $v\,v$ auf dem Obertheil des Geſtells A ſchlittenartig über den Pfannen hergeſchoben werden kann. Dieſe Winde greift in folgender Weiſe an den Schienen ll und oo an. Die Schienen ll haben Oehre, durch die Stäbe xx geſteckt werden, nachdem die an der Zahnſtange der Winde angebrachten Haken yy niedergelaſſen ſind. Beim Wiederaufwinden der letztern werden

Fig. 103.

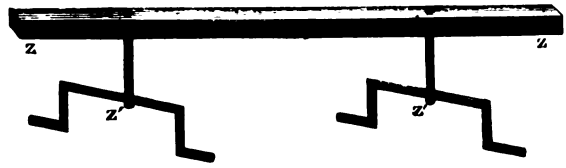
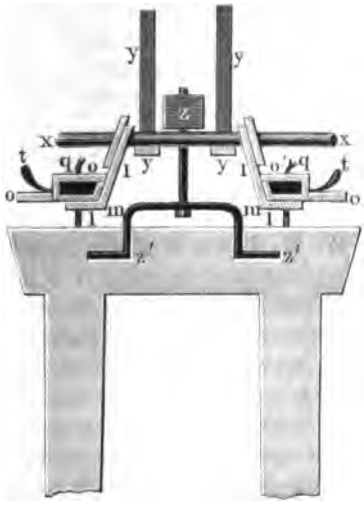


Fig. 104.



die Querbolzen xx und mit ihnen die Schienen ll und oo', die rechts und links an denſelben hängen, aufwärts gezogen, und dieſen folgen die Dochte ſammt den Kerzen und dem allen den letztern gemeinſamen Gießkopf, wie in Fig. 96 angedeutet iſt. Das Herausheben der Kerzen aus den Formen und des Gießkopfes aus den Pfannen der Adhäſion der Dochte an dem erſtarrten Fett allein zu überlaſſen, iſt aber allzu unſicher. Man ſtellt daher noch andere Angriffspunkte in folgender Weiſe her. Fig. 103 $z\,z$ iſt eine quadratiſche, dünne eiſerne Stange, an der nach unten Blechklammern $z'\,z'$ angebracht ſind. Die Lage dieſer Stange iſt aus Fig. 104 erſichtlich. Die Riegel $x\,x$, die durch die Oehre w, Fig. 101, geſteckt ſind, greifen unter dieſe Stange. Die Klammern $z'\,z'$ tauchen in die Gießpfanne, nach dem Guß ſtecken ſie in der Fettmaſſe, die erſtarrt feſt daran haftet. Wird nun aufwärts gewunden, ſo wird auch z und $z'\,z'$ gehoben und ſo leichter das Fett von den Formen getrennt. Hat die Winde ihre höchſte Stelle erreicht, ſo wird, ehe man die Dochte an den nach unten gekehrten Kerzenſpitzen abſchneidet, durch Einlegen von Schienen, gleich jenen ll und $o\,o'$ und Schließen des Riegel s zuerſt für Feſthalten der Dochte in ſenkrechter Lage in der Axe der Formen geſorgt.

Es bedarf keiner Erwähnung, daß vor dem Gießen die Formen durch Zulassen des Dampfes aus dem Rohre *f* erwärmt werden, und daß nach dem Guß die Dampfhähne *f* abgesperrt und mittelst des Ventilators kalte Luft zugeführt wird.

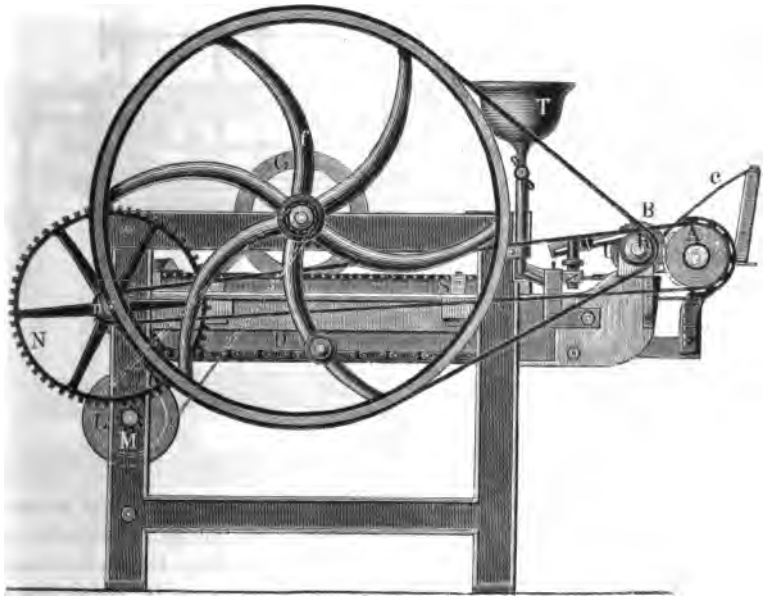
Auch für die Unschlittkerzengießerei hat man ähnliche Gießmaschinen eingerichtet. Diese lassen deshalb eine Vereinfachung zu, weil das abwechselnde Erwärmen und Abkühlen der Formen unnöthig ist. Die geringere Härte des Talgs aber und dessen stärkere Adhäsion an den Wänden der Formen erfordert etwas abweichende Einrichtungen für das Herausheben der Kerzen aus den Formen. Während bei der Stearinkerzengießmaschine dies nur durch Zug von oben geschieht, wird bei der Talgkerzengießerei zugleich von unten geschoben und zwar durch folgende Einrichtung. Die Formen sind unten offen, der konische Theil, der der Kerze die Zuspitzung giebt, ist nicht an der Form selbst, sondern als Kopf an einem senkrechten hohlen Eisenrohr angebracht, so daß er damit ein Trichterchen mit langem Rohre darstellt. Durch diesen Trichter geht der Docht hinab an die Spulenbänke. Alle diese Trichter sitzen auf einer horizontalen Bank, die nach dem Erkalten der Unschlittmasse in den Formen mittelst einer Winde nach oben bewegt wird. Die Trichterchen heben sich, der Rand des Konus schiebt sich in die Form hinein und drückt die Kerze aufwärts. Sind diese auf eine gewisse Höhe hinausgeschoben, so wird der gemeinsame Gießkopf abgeschnitten und die einzelne Kerze dann auch oben gefaßt. Zu dem Ende schieben sie sich durch zwei horizontale gekerbte Holzspangen, deren correspondirende Kerben mit einem Stückchen Tuch gefüttert sind, so daß die Kerben die Kerzen umfangen.

Es werden die beiden gekerbten Spangen sodann fest gegeneinander geschlossen und entsprechend der Bank, auf der die Dochttrichter sitzen, gehoben. Ein besonderer Apparat, um die Dochte oben festzuhalten, ist bei dieser Maschine nicht vorhanden. Es bleibt die gehobene Kerzenreihe zwischen den Kerbhölzern hängen, und dient so selbst zum Senkrechthalten der Dochte, bis ein zweiter Guß erfolgt ist, nach welchem man zum Abschneiden der gehobenen Kerzenreihe schreitet. Die Formen stehen alle in einem Metallkasten, der mit warmem Wasser gefüllt werden kann, um die äußeren Wände der hohlen Cylinder etwas zu erwärmen. Diese Maschine ist, wie aus dem Gesagten hervorgeht, einfacher als die zur Stearinkerzenfabrikation dienliche, sie kann aber weder auf die nämliche Präcision noch die Beförderung der Arbeit Anspruch machen, wie die oben beschriebene Maschine von Cahouet und Morane.

107 Es bleiben zum Fertigmachen der Stearinsäurekerzen noch zwei Geschäfte übrig. Das Abschneiden des unteren Endes derselben, um allen eine gleiche Länge zu geben, und das Poliren. Beides ist zuweilen Handarbeit, wird aber auch häufig und mit bedeutender Zeitersparniß von einer Maschine verrichtet. Das Abschneiden von Hand geschieht durch Einlegen der Kerzen in eine Lade, an deren eine Wand die Spitze derselben anstößt und über deren Rand jener Wand gegenüberliegend sie herausragt; zum Abschneiden dient ein scharfes Messer. Das Poliren wird in der Regel so bewerkstelligt, daß die Kerzen ein wenig mittelst eines Schwammes mit Branntwein befeuchtet und dann einzeln mit einem Flanellläppchen, das eine Arbeiterin in der hohlen Hand hält, gerieben werden. Eine Maschine, die das Abschneiden und Poliren zugleich besorgt, ist diejenige, die von

Daviron in Paris geliefert wird und in Fig. 105 bis 107 abgebildet ist. Sie ist jetzt vielfach im Gebrauch, von Wedding beschrieben und hat große Aehnlichkeit mit einer anderen, etwas weniger einfachen Maschine, die von Jacquelin beschrieben worden *). Fig. 105 zeigt die Seitenansicht, Fig. 106 die Endansicht und Fig. 107 die Oberansicht. *A* ist eine cannellirte Walze, in deren Kerbungen die Kerzen mit der Hand in der Weise eingelegt werden, daß die Spitze derselben

Fig. 105.



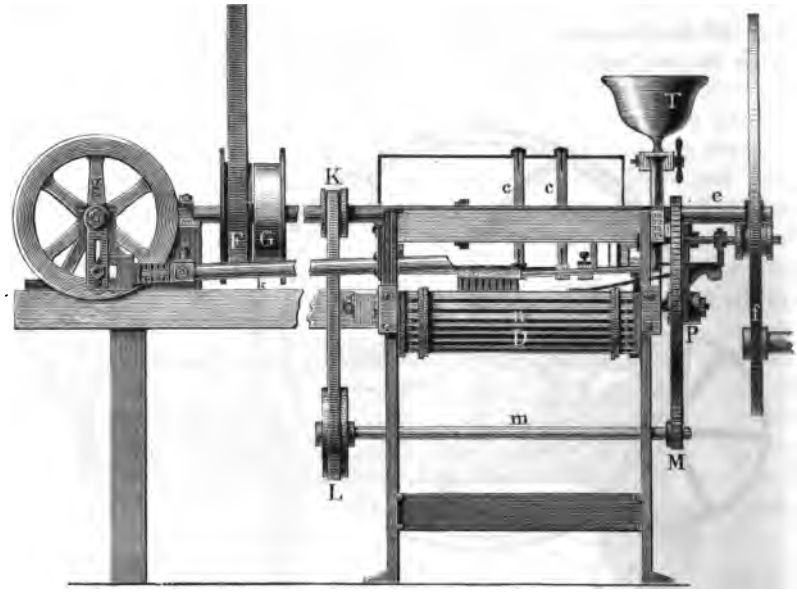
gegen die verstellbare Scheibe *a* anliegt. Bei der Mitnahme der eingelegten Kerzen durch die in Umlauf gesetzte Walze begegnen die Fußenden der Kerzen einer Kreissäge *B*, welche in die in der Mantelfläche der Walze belassene Nuth eintretend die Fußenden beschneidet. Die Bügel *c c* dienen, um bei dieser Arbeit die Kerzen vor dem Ausspringen aus den Kerbungen zu bewahren.

Die Kerzen fallen, nachdem sie abgeschnitten sind, auf einen kurzen, etwas geneigten Rost aus Stäben, der sie zwischen die Stäbe eines anderen endlosen, durch Kettenglieder verbundenen Rostes *D* abgiebt. Dieser bewegt sich in der Richtung des Pfeiles, Fig. 107, die Kerzen werden zwischen den Roststäben liegend mitgenommen, um an der Stelle, wo der Rost sich um eine Walze wickelt, abzufallen. Während die Kerzen auf dem Roste liegen, erfolgt deren Politur durch Bürsten, die sich der Länge der Kerzen nach bewegen. *E* ist eine solche Bürste, anstatt derselben dient aber auch zuweilen ein Kissen mit grobem Wolltuch überzogen.

*) Vgl. Literarische Nachweisungen.

Die Bewegung einerseits des Rostes, und andererseits der Bürste geschieht durch den nachfolgend beschriebenen Mechanismus.

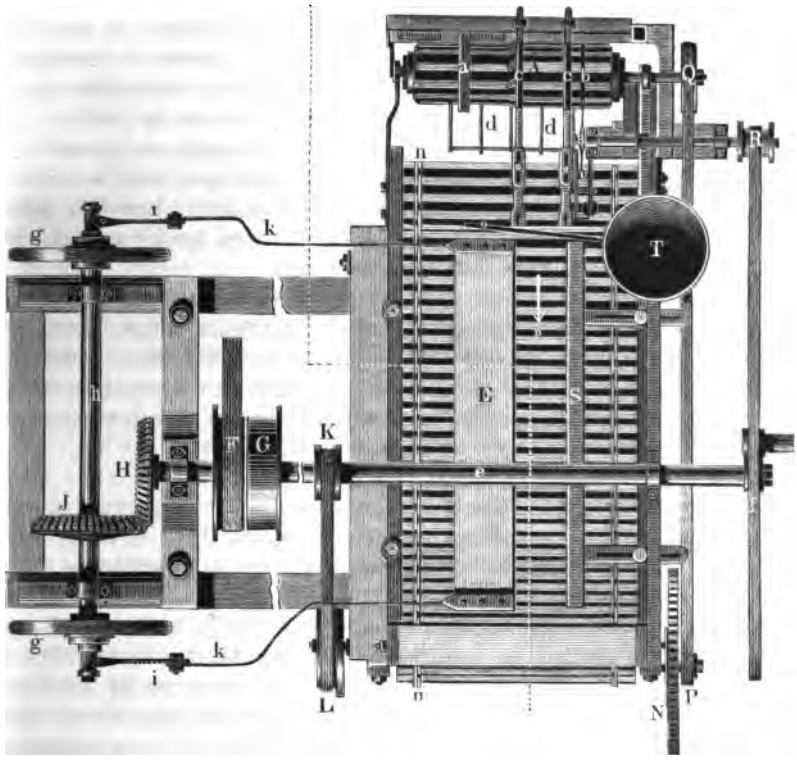
Fig. 106.



e, Fig. 107, ist eine quer über die Maschine gelagerte Welle, an dieser sitzt auf der einen Seite das Schwungrad *f* mit der Kurbel, auf der anderen die zwei Scheiben *F* und *G*, die eine lose, die andere fest. Am Kopf der Welle *e* endlich sitzt das konische Zahnrad *H*, das in ein ähnliches *J* eingreift, dieses sitzt auf einer Welle *h*, die an beiden Enden kleine Schwungräder *g* und außer diesen liegend Krummzapfenarme *i* trägt. Diese sind geschlitzt, um die beiden Stangen *kk*, die an den Bürstenrücken unmittelbar befestigt sind, mittelst geeigneter Vorrichtungen beliebig stellen und so die Hin- und Herbewegung der Bürsten vergrößern oder verkleinern zu können. *K* ist eine kleinere Riemenscheibe, ebenfalls auf der Welle *e* sitzend; mittelst des Riemens und der Scheibe *L* wird die Welle *m*, Fig. 106, damit auch das Triebrad *M* und das Zahnrad *N*, Fig. 106 und Fig. 105, in Bewegung gesetzt. Letzteres sitzt auf einer Welle *n* und gleichzeitig damit zwei Stachelräder *o*, die in den Figuren nicht deutlich sichtbar sind und deren Zähne zwischen die Roststäbe *D* eingreifen. Auf diese Weise wird von der Welle *e* ausgehend die Bürste *E* eine hin- und zurückgehende, dem Roste *D* aber die Bewegung um zwei Walzen ertheilt. Zwei Bewegungen aber sind noch erforderlich, die der Kreissäge *B* und die der Walze *A*. Letztere wird in Drehung versetzt durch die Scheibe *P*, die auf der Axe *n* sitzt, und den Riemen, der auf die Riemenscheibe *Q* führt, die auf gleicher Axe mit *A* festsitzt. Die Kreissäge *B* wird gedreht durch eine Schnur, die über den Rand des Schwungrades *f* und die kleine Riemenscheibe *R* geschlagen ist. Der große Unterschied der Durchmesser

beider Scheiben bewirkt die ſehr raſche Umdrehung der Säge *B*. Ein weſentlicher Dienſt fällt noch der über dem endloſen Roſt *D* liegenden, an federnden Armen

Fig. 107.



befeſtigten Schiene *S* zu. Ihre Lage correſpondirt der durch die Säge zu Stande gebrachten Linie, die durch die Fußenden der Kerzen gebildet wird. Die Schiene *S* drückt gegen dieſe Fußenden, ſo daß die Kerzen mit ihren Köpfen ziemlich feſt gegen die Kette *n* anliegen. Dadurch wird, weil die Roſtſtäbe ſich fortbewegen, auch eine drehende Bewegung der Kerzen um ſich ſelbſt zu Stande gebracht.

T iſt ein Trichter, der unten in eine gebogene Röhre *o* mündet, die mit ganz feinen Löchern verſehen iſt. Wird *T* mit Waſſer gefüllt, ſo fällt dies in ganz dünnen Strahlen auf die Kerzen und trägt bei dem nachfolgenden Bürſten zur Erhöhung der Politur bei. *U* iſt eine Klemme, mittelſt deren die Kreisſäge *B* gereinigt wird.

Die Bürſte *E* macht ebenſoviel Hin- und Herbewegungen, als dem Schwungrad *f* Umdrehungen ertheilt werden, weil die Zähnezahl von *H* und *J* gleich iſt.

Vierzig Revolutionen von *e* in der Minute entſprechen 17 Umgängen der Welle *m* und 2 Umgängen der Welle *n*. Die Stachelräder *O* haben jedes ſechs Stacheln und bei einer Umdrehung des Rades fallen ſechs Kerzen aus dem Roſte *D*, minutlich werden alſo zwölf Kerzen polirt.

108 Es ist noch anzuführen, daß in einigen Fabriken die Kerzen, ehe man sie beschneidet und polirt, einige Zeit dem Lichte und der Luft ausgesetzt werden, um sie zu bleichen. Dies ist jedoch keineswegs allgemein der Fall und immerhin ein sehr umständliches Verfahren. Dagegen werden sie in den meisten Fabriken nach dem Grade ihrer Weiße, man darf auch sagen nach ihrer Nuance, da einige mehr ins Gelb, andere mehr in Graublau ziehen, sortirt. Selbst die Stearinsäure wird zuweilen sortirt und aus jeder Sorte eine besondere Kerzensorte gemacht. Die Bezeichnungen für diese Stearinsäuresorten sind in Frankreich „extra", „première", „seconde" ꝛc.; für die Kerzen häufig „de l'étoile" und „salon". In Deutschland heißen die Stearinsäurekerzen häufig Millykerzen, weil sie von einem französischen Fabrikanten, Namens von Milly (zuerst 1837), dargestellt wurden. Apollokerzen heißt dasjenige Wiener Fabrikat, das von der Wiener Apollocompagnie, der größten deutschen Fabrik, producirt wird.

Compositkerzen (composite candles) sind die in England sehr allgemein gebrauchten, zwischen den Talg- und den Stearinsäurekerzen mitten innestehenden Producte. Man macht sie aus Kokosnußstearin, d. h. Kokosnußöl, dem durch Wärmen, Erkaltenlassen und Pressen die bei gewöhnlicher Temperatur flüssigen Glyceride entzogen sind, gemischt mit Stearinsäure. Auf dem Continent haben diese Kerzen, obschon sie es verdienten, noch nicht Fuß gefaßt.

109 **Darstellung der Wachskerzen** (bougies de cire; wax candles), Kirchenkerzen (cierges) und Wachsstöcke oder Wachsröbel (bougies filées).

Für die Verarbeitung des Wachses zu Kerzen sind drei verschiedene Verfahrungsarten gebräuchlich.

1. Anschütten oder Angießen des Wachses. Dieses wohl älteste, gegenwärtig noch viel angewendete Verfahren besteht darin, daß der Wachsarbeiter den über einer Pfanne aufgehängten Docht in der linken Hand um sich selbst dreht, während er, in der rechten eine Kelle haltend, denselben mit geschmolzenem Wachs begießt. Es hängen zu diesem Ende die Dochte in Häkchen an einem horizontalen, um seine Axe beweglichen Eisenreif, durch dessen Umdrehung, die einzelnen über das Schmelzgefäß bewegt werden. Das letztere ist eine flache, in einem Heerde ruhende kreisrunde Pfanne. Die Temperatur des Wachses wird so erhalten, daß immer noch einige ungeschmolzene Wachsscheiben in dem geschmolzenen Wachse bleiben. Für das erste Angießen wird dasselbe etwas heißer genommen. Das obere Ende des Dochtes wird durch eine dünne Blechhülse gezogen, damit es von Wachs frei bleibe. Entweder werden zuerst eine große Anzahl von Dochten getränkt, diese aufbewahrt und in einer zweiten Operation angegossen, oder es wird eine Reihe von Dochten, so viele deren an dem Reif hängen, vom ersten Tränken bis zum Fertigwerden der Kerze ohne Unterbrechung bearbeitet. Das Angießen selbst wird manchmal ausgesetzt, um durch Rollen auf einem Tische die Unebenheiten, die durch dasselbe entstehen, etwas auszugleichen, und in einer zweiten Operation wird dann weiter begossen.

Der Rolltisch ist entweder eine glatte Marmorplatte oder eine möglichst glattgehobelte Holztafel aus hartem Holze, diese wird immerwährend durch Wasser naß erhalten. Die Kerzen werden daraufgelegt und mit einem glatten Rollbrett,

das etwa 1 Fuß lang und 8 Zoll breit und mit Handgriff versehen ist, durch rollende Bewegung cylindrisch und glatt gemacht. Das Rollbrett hat nach einem anderen Verfahren die Gestalt eines Halbcylinders. Nach dem Ausrollen der Kerzen werden sie unten abgeschnitten, die Hülsen über den Dochten oben abgenommen und diese Seite conisch zugespitzt. Alle diese Arbeiten gehören allzusehr in das Bereich des Handgriffs, so daß sie sich nicht genügend beschreiben lassen. Es hat eine ähnliche Bewandtniß mit der Herstellung der Kirchenkerzen durch Ankneten des Wachses um den Docht. Das Angießen von mehreren Fuß langen Dochten hat Schwierigkeiten, deshalb werden die langen Kerzen und Kirchenfackeln

2. durch Kneten bereitet. Das Wachs wird in warmem Wasser erweicht und von der Hand stark durchgearbeitet, bis es keine harten Knöllchen mehr hat, dann werden Bänder daraus geformt, die um den gespannten Docht gewickelt werden.

3. Das Gießen der Wachskerzen unterscheidet sich von dem Gießen der Stearinsäure- und Talgkerzen dadurch, daß der in die Form gespannte Docht schon mit Wachs angegossen ist; ohne diesen Kunstgriff giebt es sehr leicht hohle Stellen um den Docht. Es läßt sich das Wachs wegen seiner Klebrigkeit etwas schwerer aus den Formen nehmen, als die Stearinsäure und der Talg; man hat deshalb gläserne Formen vorgeschlagen, deren innere Seite glatt ist, und man hat sogar dieselben, um ihre Zerbrechlichkeit zu vermindern, mit einem Guttaperchaüberzug versehen. Sie sind indessen immerhin viel theurer als die Metallformen, und letztere darum doch die gebräuchlicheren. Zum Behuf leichterer Trennung des Wachses von dem Metallrohre werden die Formen, wenn das Wachs erstarrt ist, rasch in heißes Wasser getaucht, sie lassen dann die Kerzen viel leichter los.

Die Wachskerzen werden oft gebleicht, weil auch das vorher ganz weiß gewesene Wachs durch das Umschmelzen und die übrigen Arbeiten wieder gelblich wird. Die Wachsstöcke werden aus einem langen Dochtstück, das durch geschmolzenes Wachs hindurchgeführt und aufgerollt wird, gemacht. Die Einrichtung ist in Fig. 108 (a. f. S.) versinnlicht. *A* und *B* sind hohle Holztrommeln; zwischen beiden steht eine mit Wachs gefüllte, länglichrunde, flache Kupferpfanne *D*, die an der tiefsten Stelle des Bodens einen Haken *H* hat, wie aus dem Querschnitt, Fig. 109, und dem Grundriß, Fig. 110, zu ersehen ist; sie steht auf einem hölzernen Tische und kann von unten durch ein Kohlenbecken *E* gewärmt werden. an den beiden schmalen Seiten fehlt der Rand und es sind dort Metallwände *G* angebracht, die dazu dienen, den Ring *F*, Fig. 111, senkrecht zu halten. Dieser ist rings mit kreisrunden Oeffnungen von verschiedener Weite, die konisch geformt, d. h. auf der einen Seite weiter sind als auf der anderen, versehen. Diese Oeffnungen sind ganz so beschaffen, wie die eines Drahtzieheisens. Ist der Docht auf *A* aufgewickelt, so wird er durch die Pfanne unter dem Haken *H* hindurchgeführt, so daß er in das Wachs eintauchen muß; von da geht derselbe anfangs durch eine der kleineren Oeffnungen des Ringes *F* und auf die zweite Trommel *B*, die in dem Verhältniß wie das Wachs, das der Docht aufgenommen hat, erstarrt, umgedreht wird, um das getränkte Ende aufzuwickeln. Da ein solcher Docht mehrere Tränkungen braucht, um die gewünschte Dicke zu erhalten, wird, sobald er ganz auf *B* aufgewickelt ist, der Ring *F* auf die andere Seite gesteckt und nun die Trommel *A* zum Aufwickeln gebraucht.

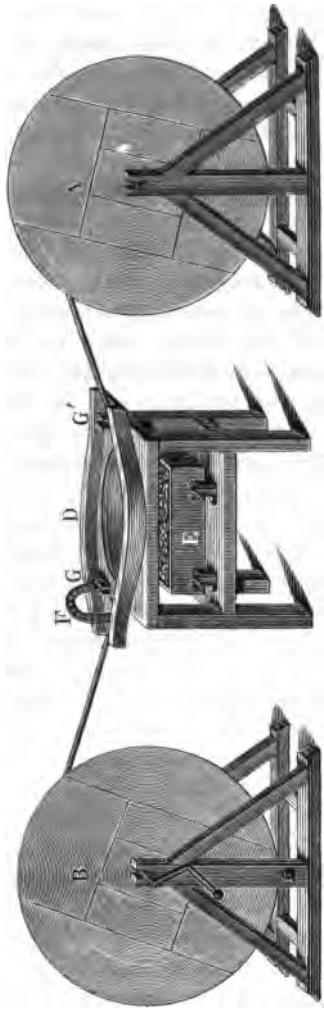
Das Eisen *F* ist dazu bestimmt, dem Wachsstock eine genau runde Gestalt zu geben; für Wachsstöcke, die gerippt ꝛc. werden sollen, sind natürlich die Löcher

Fig. 109.

Fig. 111.

Fig. 110.

Fig. 108.



in *F* entsprechend geformt. Der aufgewickelte Wachsstock wird sodann zunächst in Stücke von entsprechender Länge geschnitten und diese nach Art der Strickgarnklingel auf eine Spule aufgewickelt, wozu eine nicht zu niedrige Temperatur erforderlich ist. Es ist bekannt, daß sowohl aus ungebleichtem wie aus gebleichtem Wachs solche Wachsstöcke gefertigt werden, daß man sie färbt, mit Wachszierrathen besetzt, vergoldet ꝛc. Diese Arbeiten sind von zu untergeordnetem wissenschaftlichen, ja selbst technischen Interesse, als daß sie hier besprochen werden könnten. Es kommt bei den angegossenen Wachskerzen sowohl als bei den Wachsstöcken vor, daß Wachs von verschiedener Reinheit zu den einzelnen Schichten, d. h. besseres nach außen und geringeres nach innen, genommen wird.

Wachsplattirte Kerzen sind Talgkerzen mit einem Wachsüberzug. Letzterer wird ähnlich wie die Bleiröhren oder hohlen Macaroni durch Pressen erzeugt. Das lange, röhrenförmige Stück wird in kleinere Stücke nach Kerzenlänge zerschnitten und diese oben etwas konisch zugespitzt durch Einhalten in einen erwärmten Trichter über die Talgkerzen gezogen, die durch einige Erwärmung in eine fest damit zusammenhängende Masse vereinigt werden. Der Nutzen dieser mühevollen Arbeit ist nicht einzusehen und die Täuschung jedenfalls nicht bedeutend.

110 **Wallrathkerzen.** Der gereinigte Wallrath wird gewöhnlich mit etwa 3 Proc. Wachs versetzt, ehe er zu Kerzen verarbeitet wird, um ihm die Neigung

zum Kryſtalliſiren zu benehmen. Die Kerzen werden im Uebrigen ganz ähnlich wie die Stearinkerzen durch Gießen erzeugt. Sie zeichnen ſich vor allen anderen durch Weiße und Durchſcheinenheit aus.

Paraffinkerzen. Auch das Paraffin wird wohl niemals ganz rein ver- 111
arbeitet, ſondern vorher mit einigen Procenten Stearinſäure verſetzt. Wir haben in einer Paraffinkerze etwa 13 Proc. ihres Gewichtes verſeifbares Fett, das nach der Wiederausſcheidung aus der Seife ſich als rohe Stearinſäure erwies, gefunden. Auch aus dieſem Material werden die Kerzen durch Gießen dargeſtellt. Um das Kryſtalliniſchwerden zu verhindern, werden die Formen und ebenfalls das Paraffin bis auf etwa 60° C. erwärmt und nach einigen Minuten Ruhigſtehens raſch in kaltes Waſſer getaucht, wodurch außerdem noch erreicht wird, daß ſie leicht aus den Formen gehen.

Einrichtungen zur Beleuchtung mit flüſſigen Materialien.

Die Lampe iſt ſchon ein in den früheſten Zeiten bekannt geweſenes Geräth. 112
Während die Form der Lampe, deren ſich die cultivirten Völker des Alterthums bedienten, die Bewunderung des Künſtlers und Antiquars verdienen mag, ſteht es unbeſtreitbar feſt, daß die phyſikaliſchen Principien, die bei der Conſtruction der Lampen die leitenden ſein müſſen, ſich erſt an den der neueren Zeit angehörenden Oelbeleuchtungsapparaten erkennen laſſen. Wahr mag es ſein, daß die Verwirklichung dieſer Principien oft nur auf Koſten der Schönheit der Form ſtattfand.

Es ſind vornehmlich nur vier Richtungen, nach welchen hin die Löſung der Aufgabe einer zweckmäßigen Lampenconſtruction geſucht worden iſt.

1. Möglichſt gleichmäßiger Oelzufluß zu dem brennenden Dochtende.
2. Eine innerhalb gewiſſer Gränzen mögliche Verſchiedenheit in der Größe der Flamme.
3. Regelung des Luftſtromes je nach den Eigenſchaften des Leuchtmaterials und der Menge deſſelben, die zur Verbrennung kommen ſoll.
4. Eine ſolche Lage des Oelbehälters, daß er einerſeits nicht einen allzuſtörenden Schatten in den Beleuchtungsrayon wirft, andererſeits der Standfeſtigkeit der Lampe keinen Eintrag thut.

Betrachten wir zuerſt kurz die Mittel zur Erreichung der einzelnen genannten Zwecke, ehe wir Lampenconſtructionen beſchreiben, an welchen ſie ſich combinirt finden.

Nach den Mitteln zur Tränkung des Dochtes mit Oel laſſen ſich 113
ſämmtliche Lampen in zwei Hauptabtheilungen bringen.

a. Solche, bei welchen der capillaren Eigenſchaft des Dochtes die Arbeit zufällt, das Oel von deſſen immer etwas tiefer liegenden Niveau bis zum oberen Dochtende heraufzuführen — Sauglampen.

b. Solche, die mit einer mechaniſchen (oder hydrauliſchen) Einrichtung verſehen ſind, welche eine kleine möglichſt conſtante Menge Oel dem Dochte zuführt — Drucklampen.

Das Oelnachtlicht, eine Lampe mit schwimmendem Brenner, ist eine Sauglampe, in welcher der Höhenunterschied des Oelniveaus und der Dochtspitze immer derselbe bleibt, da der Docht in demselben Verhältnisse wie das Oel sich senkt. Leider läßt sich diese ganz rationelle Construction nicht leicht in größeren Dimensionen darstellen und bleibt beschränkt auf ruhig stehende Lampen, von welchen eine nur ganz schwache Lichtentwickelung gefordert wird.

Unter den übrigen Sauglampen ist zwar die einfachste aber auch die mangelhafteste Einrichtung die, bei welcher der Oelbehälter etwas seitlich (wie z. B. bei unserer gewöhnlichen Küchenlampe) oder senkrecht unter dem brennenden Dochtende liegt. In beiden Fällen ergiebt sich der Uebelstand, daß aus dem noch vollgefüllten Oelbehälter reichlich Oel zur Flamme fließt, während dem Docht das Geschäft des Auffaugens um so mehr erschwert wird, je tiefer das Oelniveau sinkt.

Die Veränderlichkeit des Oelniveaus mit dem Verbrauch wird wesentlich verringert durch das Anbringen der sogenannten Sturzflasche. Dieser Apparat ist in den verschiedensten Modificationen im Gebrauch, die alle darauf hinauslaufen, daß ein Gefäß mit Oel gefüllt, und nachdem dessen Zugußöffnung geschlossen worden, mit dieser nach unten gewendet in ein weiteres Gefäß eingestellt wird. Durch Oeffnen der nach unten gekehrten Mündung fließt etwas Oel in dies äußere Gefäß und zwar so lange, bis die Mündung des inneren unter die Oelfläche im äußeren untertaucht. Der Docht communicirt mit dem äußeren Gefäß, die Flamme verzehrt Oel, das Niveau desselben sinkt, und sobald die Mündung des inneren Gefäßes frei wird, tritt eine Luftblase ein und ein entsprechendes Volum Oel tritt in das äußere Gefäß. Dieses Spiel wiederholt sich, so lange Oel vorhanden ist, und es wird daher, wenn auch nicht ein constantes, doch ein nur in engeren Gränzen schwankendes Niveau hervorgebracht.

Unter den Drucklampen sind die, welche auf Anwendung hydrostatischer Sätze gegründet sind, als zu complicirt und schwerfällig, fast gänzlich außer Gebrauch gekommen. Es sei hier nur angedeutet, daß man z. B. das Princip des Heronsbrunnens zur Anwendung brachte.

Dagegen sind diejenigen Lampen, aus deren tiefliegendem Oelbehälter durch mechanischen Druck das Oel bis zum Dochtende gehoben wird, gegenwärtig außerordentlich verbreitet. Und zwar ist es namentlich eine Federdrucklampe, der sogenannte Moderateur, die ihrer Einfachheit, ihrer geringen Anschaffungskosten und der Gefälligkeit ihrer Form wegen sich überall Eingang verschaffte. Dieselbe wird unten näher beschrieben werden. Theurer, schwieriger zu repariren, ohne sehr wesentliche Vortheile vor der Federdrucklampe zu haben, ist die sinnreich construirte Pumplampe, nach ihrem Erfinder auch Carcel'sche Lampe genannt. In derselben besorgt ein durch eine Federuhr getriebenes Pumpwerk, die Priesterpumpe, das Heben des Oeles zur Flamme. Man darf sagen, daß diese Art Lampen seit der Vervollkommnung der Moderateurlampen von diesen ziemlich verdrängt worden sind. Wir werden noch an einem anderen Ort hervorzuheben haben, daß sämmtliche Drucklampen dem Dochte Oel im Ueberschuß, d. h. mehr als verbrennen kann, zuführen, und so eingerichtet sind, daß der nicht zur Verbrennung kommende Theil in einen Sammler abtropfen kann.

Es ist ein natürlicher Vortheil der Lampe vor der Kerze, daß man durch sie 114
eine viel größere Reihe von Helligkeitsabstufungen hervorbringen kann, als durch die letztere. Weder die Größe noch die Form des Kerzendochtes läßt sich in dem Grade verändern, wie die der Lampendochte. Es ist begreiflich, daß, abgesehen von den erwähnten mechanischen Hülfsmitteln und unter sonst gleichen Umständen, die Menge des in einem Docht aufsteigenden Oels proportional ist seiner Dicke. Ein massiver Docht von kreisrundem Querschnitt, der bei der Kerze der einzig praktisch zulässige ist, läßt sich aber nicht beliebig dicker herstellen ohne den Nachtheil, daß das in seiner Mitte aufsteigende und durch die Hitze der Flamme vergaste Oel zum Theil unverbrannt entweicht und die Flamme qualmend macht, weil nicht hinreichend Sauerstoff in das Innere einer Flamme mit breiter Basis eintreten kann. Werden aber die Faserbündel, die wir zu einem massiven runden Dochte von gewisser Dicke nöthig haben, in anderer Weise, z. B. zu einem flachen breiteren Streifen geordnet, so ist der erwähnte Uebelstand beseitigt und es läßt sich ein dem größeren Oelconsum entsprechendes stärkeres Licht herstellen.

Bei näherer Betrachtung findet man bald, daß die Breite der flachen Dochte nicht beliebig vergrößert werden kann, ohne Unbequemlichkeiten mancherlei Art zu begegnen.

Diese werden jedoch ganz vermieden, wenn man anstatt des flachen breiten Dochtbandes ein Dochtrohr von einem der Breite jenes entsprechenden Umkreise wählt, in dessen Mitte ebenfalls Luft zugeführt wird. Alle auf größere Leistungen der Lichtabgabe berechneten Lampen haben derartige Dochte, die wir sofort auch noch unter einem anderen Gesichtspunkte zu betrachten haben werden. Nach dem Gesagten können wir die Dochte ihrer Form nach unterscheiden in Stabdochte, Banddochte und Röhrendochte.

Lampen mit Dochten letzterer Art heißen auch Argand'sche, nach deren inge- 115
niösem Erfinder, oder Lampen mit doppeltem Luftzug, womit angedeutet werden soll, daß die Flamme auch auf ihrer inneren Seite eine Luftzufuhr erfährt.

Man kann sich sehr leicht vorstellen, daß dieser innere Luftzug im Dochtrohre sehr verstärkt ist, weil im und über dem Niveau der Flamme die Luftsäule stark erwärmt und ausgedehnt wird, sonach ein rasches Nachströmen von Luft bewirkt werden muß. Es versteht sich von selbst, daß die Dochthülse unten offen oder für Lufteintritt von der Seite her in dieselbe gesorgt sein muß. Wir haben also in dem Argand'schen Dochte allein schon ein Mittel der verstärkten Luftzufuhr, und zwar zu dem Inneren der Flamme.

Hinsichtlich des Luftzutritts zu der Außenseite der Flamme können wir unterscheiden Lampen mit nackter Flamme und solche mit Zugrohr. Zu ersteren gehören die meisten Lampen mit Stabdocht und Banddocht, zu letzteren in der Regel die mit Rohrdocht.

Das bekannte auf einer um die Flamme angebrachten Galerie ruhende Zugglas hat lediglich den Sinn eines Kaminrohres. Es dient zur Verstärkung des Zuges der außerhalb der Flamme aufwärts strömenden Luft. Die Schnelligkeit des Luftstromes ist zunächst bedingt durch die Weite und Höhe des Zugglases; aber ebenso wichtig für die Regelung des Verbrennungsvorgangs ist die Richtung

des Luftstromes, und diese wird durch die Form des Zugglases sowohl als durch einige mit demselben gewöhnlich fest verbundene Hülfseinrichtungen gegeben. Es gehört dahin die Verengerung des Zugglases unmittelbar über der Flamme, die sogenannte Schulter; durch diese wird die Luft, sobald sie in die ungefähre Höhe der Flamme gelangt ist, gegen die Mitte des Rohres gedrängt, streift an die Flamme und verkürzt diese, indem sie dieselbe zugleich stärker leuchtend macht. Eine langgestreckte qualmende Flamme wird sofort hell und kurz, wenn man die Schulter des Zugglases in die rechte Stellung gegen dieselbe bringt.

Bei gewissen leicht qualmenden Brennmaterialien, z. B. dem Photogen, Mineralöl u. s. w., hat man das Mittel der Zusammendrängung der aufwärtsströmenden Lufttheilchen noch energischer angewendet, indem man eine Blechkuppel in der Nähe der Flammenbasis anbrachte, die je nach der Dochtform kreisrund oder spaltförmig durchbrochen ist und durch welche die Flamme sammt der sie umgebenden Luft hindurch gedrängt wird. Auch für gewöhnliche Argand'sche Oellampen hat man eine der beschriebenen ganz ähnliche Einrichtung hergestellt, die jedoch nicht in allgemeineren Gebrauch übergegangen ist. Eine kreisrunde Metallplatte oder ein Nagel, die man in die Mitte der Rohrdochte, von etwas engerem Durchmesser und etwas höher als das obere Dochtende gelegen, angebracht hat, soll in gleichem Sinne auf den inneren senkrechten Luftstrom, d. h. ablenkend gegen die Flammenspitze wirken, wie die Schulter des Zugglases und die durchbrochenen Kuppeln auf den äußeren.

116 Die Lage des Oelbehälters zum Docht ist für sämmtliche Sauglampen von der Natur der Sache vorgezeichnet. Es darf die Oelfläche nicht allzuweit unter der Flammenbasis liegen. Für Lampen ohne Sturzflaschen sind es drei verschiedene Dispositionen hinsichtlich der Form und Lage der Verhältnisse, die man am häufigsten trifft.

a. Das Oelgefäß ist seitlich von der Flamme, der Docht liegt in einem armförmigen Rohre, das an der Bodenfläche des Oelgefäßes nach einer Seite hin ansteigend angebracht ist. Die gewöhnliche Küchenlampe ist ein Beleg zu dieser Einrichtung. Begreiflich liegt eine ganze Seite des Raumes, worin eine solche Lampe brennt, die nach welcher der Oelbehälter steht, im Schatten.

b. Der Docht ragt aus der Mitte des kugelförmigen oder flach cylindrischen Oelgefäßes hervor. Lampen dieser Art werfen nach oben und in der Horizontalebene um die Flamme ungehindert Licht, auf einen Tisch gestellt wird jedoch rings um die Lampe ein ziemlich großer runder Schatten auf diesen Tisch fallen. Um diesen Nachtheil zu verringern, hat man den Oelbehälter auch von Glas dargestellt.

c. Unter Kranzlampe versteht man diejenige Art von Stehlampen oder Hängelampen, deren Dochtrohr in ungefährer Ebene der Flamme von einem ringförmigen schmalen Gefäße umgeben ist, das das Oel enthält. Der kranzförmige Behälter wirft natürlich einen Schatten rings um die Flamme, allein da diese eine gewisse Höhe hat, der Kranz aber flach ist, kann der Kernschatten, den der Kranz wirft, nur kurz sein, und an entfernteren Stellen in der Ebene des Kranzes wird die Flamme doch sichtbar sein. Der Kranz, der immer 6 bis 8 Zoll Durchmesser hat, muß die Standfestigkeit der Lampe etwas beeinträchtigen, da er

hoch liegt, und durch das eingefüllte Oel und die Glaskuppel, die er gewöhnlich trägt, ein nicht ganz unbedeutendes Gewicht ziemlich weit außerhalb der Axe der Lampe gelegt wird. Ein breiter und schwerer Fuß ist daher bei diesen Lampen unerläßlich, aber gerade darum ist diese Construction wenig für Stehlampen, mehr noch zu Hängelampen passend.

Bei Lampen mit Sturzflaschen ist die Möglichkeit gegeben, die Oelobersfläche höher als die Flamme zu legen. Das Oelgefäß (wenn wir den äußeren Behälter sammt der Sturzflasche darunter begreifen) liegt entweder seitlich von der Flamme oder über derselben. In beiden Fällen steht das Oel in der Sturzflasche höher als das Niveau der Flammenbasis. Die Flurlampen und Straßenlaternen, auch zuweilen Studirlampen, sind sehr häufig so eingerichtet, daß der Brenner seitlich von dem Oelbehälter, welcher die verschiedensten Formen haben kann, liegt. Bei Hängelampen variirt die Form der Sturzflasche am meisten; sie gewähren den Vortheil, da sie meist Schirme haben, daß man die Sturzflasche über den Schirm, also ganz außerhalb des zu beleuchtenden Raumes legt und sie durch ein dünnes, wenig Schatten werfendes senkrechtes Rohr mit dem äußeren Oelbehälter in Verbindung setzt.

Die Drucklampen verdienen hinsichtlich der freieren Wahl der Stelle, die man dem Oelbehälter geben kann, den Vorzug vor allen anderen. Es dient gewöhnlich bei diesen Constructionen der hohle breite Lampenfuß zu diesem Zwecke, so daß die Standfestigkeit der Lampe sogar noch vergrößert wird.

Es kommen außer den aufgeführten Haupterfordernissen noch andere, mehr untergeordnete vor, die bei einem möglichst vervollkommneten Oelbeleuchtungsapparat nicht unbeachtet bleiben dürfen.

Dahin gehören die in mannigfacher Weise abgeänderten Mittel für die Dochtbewegung, deren wir unten einige im Zusammenhange mit anderen Bestandtheilen bei Beschreibung charakteristischer Lampenconstruction besprechen werden.

Es sind wesentliche Unterstützungsmittel der Beleuchtungszwecke ferner: die Reflectoren und Lichtschirme, deren Lage und Form je nach den Stellen wechselt, welchen das Licht hauptsächlich zu Gute kommen soll. Der häufigst vorkommende Fall ist der, daß der Theil des Lichtes, der nach oben hin ausgestrahlt wird, von einem Schirm aufgefangen und nach unten zurückgeworfen werden soll. Die Schirme sind zu diesem Behuf meist flach konisch geformt und ihre innere Wand entweder metallisch glänzend oder matt weißlich angestrichen. Die Reflectoren an Wandlampen sind entweder parabolisch geformte Metallflächen oder flache Kugelsegmente und auf der inneren Seite polirt. Diese Vorrichtungen sollen nicht allein den Theil des von der Flamme nach allen Seiten ausstrahlenden Lichtes, der nach Richtungen fällt, deren Beleuchtung minder nöthig ist, auffangen und nach Stellen werfen, die der Helle bedürftiger sind, sondern sie haben die weitere Aufgabe, die radial divergirenden Strahlen in paralleler Richtung nach einer Seite hinzulenken, wodurch stärkere Beleuchtung auf größere Entfernungen erzielt wird. Die angenehme Wirkung der mattgeschliffenen Glaskugeln, die man um vielen Lampenflammen anbringt, beruht ebenfalls in einer Ablenkung der von der Flamme ausgehenden Strahlen. Auf der inneren Kugelfläche angelangt, werden diese theils durchgelassen, theils zurückgeworfen, um an anderen Stellen durch-

gelaſſen zu werden. Der Effect für das außerhalb der Kugel befindliche Auge iſt der, als käme das Licht von einem größeren aber mäßiger leuchtenden Quell, daſſelbe wird daher bei directem Anſchauen leichter ertragen.

117 Einige der charakteriſtiſchſten Lampenformen ſind die folgenden.

Das Nachtlämpchen mit Schwimmer. Dieſer iſt entweder ein dünnes Meſſingſchälchen, in welches ein feines Glasröhrchen, das als Docht dient, eingelaſſen iſt, Fig. 112; oder es iſt, was viel gebräuchlicher iſt, ein auf Kork-

Fig. 112.

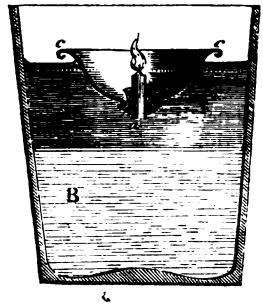


Fig. 113.

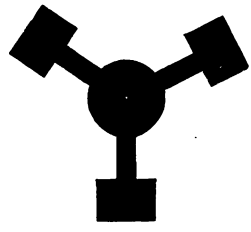


Fig. 114.

ſtückchen ruhendes flaches dünnes Blech, das in ſeiner Mitte in einer kleinen Oeffnung einen kurzen wachsgetränkten Docht trägt, Fig. 113.

Unſere heutige ſogenannte Küchenlampe iſt in ſehr weſentlichen Forderungen nicht über die Antiklampe hinausgekommen.

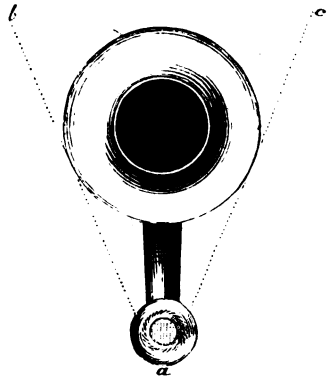
In letzterer Fig. 114 iſt Oelbehälter und Brenner in ein langgeſtrecktes Gefäß zuſammengezogen. Der Dochthalter iſt nichts weiter als eine runde Oeffnung in einer Art Schnabel. Die Küchenlampe von verzinntem Eiſenblech oder Meſſingblech, oder aus Zinnguß hat dagegen einen vom Oelgefäß ausgehenden hohlen Arm, in dem der Docht liegt. Fig. 115 iſt die Seitenanſicht, Fig. 116 die Oberanſicht einer ſolchen Lampe; daß ſie bei Bewegungen dem Ueberlaufen des Oeles weniger unterliegt als die Antiklampe, iſt ein Vorzug, den ſie vor jener hat.

Die Lampe Fig. 117 iſt ein Repräſentant der Sauglampen mit ſenkrecht über der Oelfläche befindlichem Brenner; ſie hat einen flachen und mittelſt des Knopfes *a*, an deſſen Stängelchen zwei Zahnrädchen liegen, verſchiebbaren Docht. Fig. 118 iſt die Oberanſicht des Dochthalters, *d d* die Düſe, *c* eine flache Blechhülſe, nach einer Seite hin offen. In dieſer ſteckt der Docht und an ihn lehnen ſich die beiden Rädchen *c' c'*, vermittelſt deren derſelbe an die gegenüberliegende flache Wand angedrückt wird. *m* der Oelbehälter, iſt in der vorliegenden Abbildung aus Meſſingblech und hat doppelte Aufhängung, ähnlich den Schiffscompaſſen in den Punkten *n n* und *o o*, ſo daß bei beliebiger Stellung des Lampenſtockes die Kugel *m* in derſelben Lage, d. h. mit dem Docht nach oben bleibt. Das Oelgefäß kommt an Lampen ganz ähnlicher Conſtruction auch in Form einer

gläsernen Kugel vor; diese ist aber nicht aufgehängt, sondern steckt mittelst eines Glasstieles in einem Leuchterrohr.

Fig. 115.

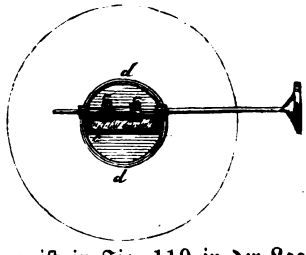
Fig. 116.



Die Fig. 119 (a. f. S.) stellt eine Wandlampe, wie sie häufig als Flurlampe dient, im senkrechten Durchschnitt vor. Es ist eine Sauglampe mit Sturzflasche. Die letz-

Fig. 117.

Fig. 118.



tere ist in Fig. 119 in der Lage gezeichnet, in welcher sie sich in den äußeren Oelbehälter eingesenkt befindet. *m* ist ein Halbkugelventil, an der verticalen Stange *n* sitzend, *o o* ein kleiner geschlitzter Bügel von Blech, welcher einem zweiten Stängelchen *p* von Draht als Führung dient. In Fig. 119 ist das Ventil bei nach unten gekehrter Flaschenmündung offen. Das Oeffnen geschieht durch Anstoßen der Stange *n* am Boden der äußeren Flasche. *a b* ein innen polirter Metallhohlspiegel, in dessen Focus die Flamme steht, so daß die von ihr ausgehenden Strahlen parallel zurückgeworfen werden.

Fig. 120 stellt einen senkrechten Durchschnitt einer sogenannten Studirlampe vor. Dies ist eine Stehlampe mit Sturzflasche *a* und Argand'schem Brenner, *b b* die Mündung der Sturzflasche, *e e* das Oelniveau. *h* ein Gefäß, das dazu

beſtimmt iſt, etwa über den Brennerrand ablaufendes Oel aufzunehmen; in dieſem Blechnäpfchen ſind einige Löcher angebracht, mittelſt deren die Luft in das Innere

Fig. 119.

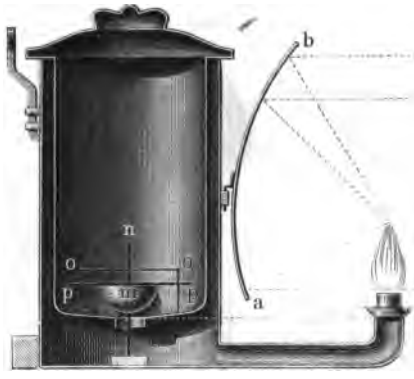
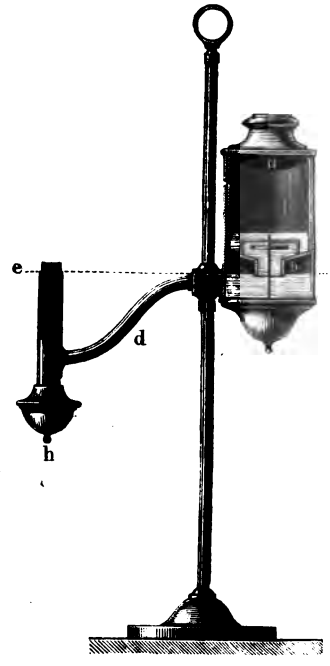


Fig. 120.



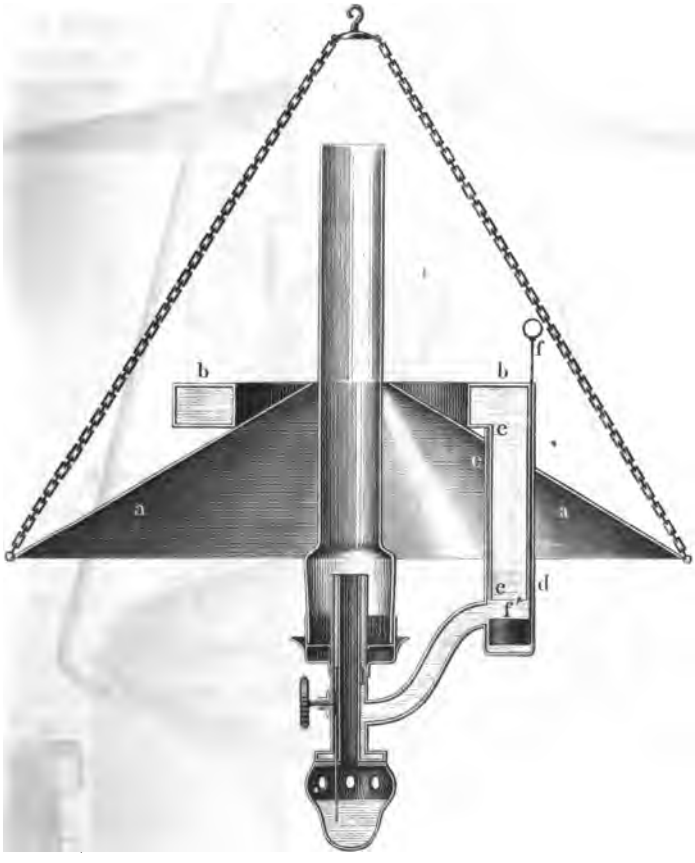
des Dochtrohres gelangen kann. Der auf ſolchen Lampen gewöhnlich ſich vorfindende Schirm von Blech hat die Geſtalt eines ſteilen abgeſtutzten Hohlkegels, weil die Lampe nur dazu beſtimmt iſt, einen engeren Kreis auf dem Arbeitstiſche zu beleuchten. Alle übrigen Theile der Lampe bedürfen keiner Beſchreibung.

Viele Aehnlichkeit mit ihr in manchen weſentlichen Theilen hat die Lampe Fig. 121. Die Abbildung ſtellt ebenfalls einen verticalen Durchſchnitt vor. Sie iſt eine Hängelampe mit flachem Schirm *a*. Einzig die von der vorigen abweichende Form der Sturzflaſche iſt näher zu betrachten. Der Oelbehälter iſt kranzförmig *b b* und ruht auf dem Schirm, dieſer letztere iſt durchbrochen bei *c* und durch die Oeffnung iſt das mit dem Brenner communicirende Rohr *d* geſchoben. In dieſes paßt ein engeres Rohr, das unten die Mündung der kranzförmigen Sturzflaſche trägt. *f f'* iſt ein an einer Schieberſtange ſitzender und auf dieſe Weiſe beweglicher Pfropf, der beim Einſenken und Herausnehmen der Sturzflaſche an den Rand von *e* angezogen wird, damit nicht Oel ausfließe, behufs der Zuführung des Oels zum Brenner aber vom Rande *e* hinweg nach unten gedrückt wird. Der Verſchluß des Rohres *e* iſt bei Lampen, die übrigens genau mit der vorliegenden übereinſtimmen, häufig in etwas abweichender Art eingerichtet.

Bei den Camphin-, Photogene-, Mineralöllampen hat man ein Hauptaugenmerk dahin zu richten, daß dieſe Flüſſigkeiten ſich nicht zu ſehr erwärmen können, weil ſie flüchtig ſind und leicht Exploſionen veranlaſſen könnten, andererſeits daß der Docht nicht zuviel davon aufnimmt, da keine Flamme ſo leicht rußt, als die dieſer flüchtigen Beleuchtungsmaterialien. Es iſt aus letzterem Grunde nöthig, daß keines der angeführten Mittel zur energiſchen Luftzufuhr verabſäumt werde.

Aus ſolchen der Natur der Sache entſprechenden Betrachtungen iſt die Conſtruction der Lampe hervorgegangen, von welcher Fig. 122 (a. f. S.) einen ſenkrechten Durchſchnitt darſtellt.

Fig. 121.



A das gläſerne Gefäß zur Aufnahme der Beleuchtungsflüſſigkeit, ſammt dem flachen Schirm *C* in dem Geſtell *B* hängend. Das obere Dochtende liegt bei *D*, alſo ziemlich hoch über dem Flüſſigkeitsniveau in *A*. Der Brenner *E* iſt ein Argand'ſcher. Ein durchweg cylindriſches, unten offenes Dochtrohr läßt ſich bei der vorliegenden Conſtruction nicht leicht anwenden, da es Schwierigkeit hätte, den Eintritt der Luft in daſſelbe zu bewirken. Die Form deſſelben wird aus den Figuren 123 und 124 deutlich. In der Ebene *f* iſt das nach oben cylindriſche Rohr gebrochen, es iſt nach unten nur halbcylindriſch; *q q*, Fig. 123, bezeichnet den Raum, durch welchen der der Länge nach geſchlitzte Docht geſteckt iſt, in dem oberen kreisrunden Theile über *f* ſind die zwei Dochtenden etwas zuſammengenäht. Da der Docht nur ſehr wenig verzehrt wird, hält das zuſammengenähte Stück zwiſchen *f* und *D* lange an. Fig. 124 iſt der Dochthalter für ſich, *g* der Raum

für den aufgeſchlitzten Dochttheil, *h* derjenige, über den das zuſammengenähte Ende geſchlagen iſt, *k* die gezahnte Stange, die durch einen Trieb und den

Fig. 122.

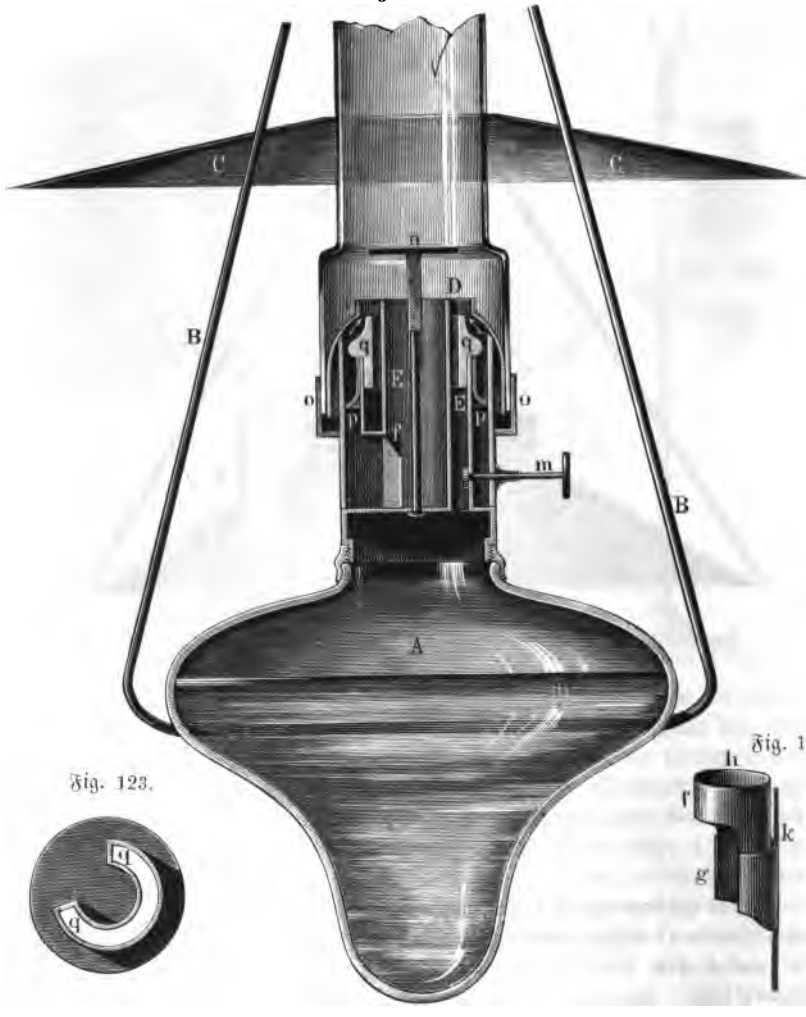


Fig. 123.

Fig. 124.

damit verbundenen Knöpfen bewegt werden kann. Es ſind über den Brenner zwei Blechgalerien geſchoben, eine äußere *o o*, die theils als Träger des Zugglaſes dient, theils dem von unten aufwärts gehenden Luftſtrom die Richtung gegen die Flamme giebt, wie die Pfeile anzeigen, und eine innere *q q*, welche den Docht gegen die Dülle zuſammenhält und unten bei *p* mit einem hervorſtehenden Rand verſehen iſt, der viele Löcher hat, durch die die Luft hindurchſtrömt. *n* iſt ein tellerförmiges Meſſingblättchen, das den im Dochtrohr aufſteigenden Luftſtrom bricht und gegen die Flamme nach außen ablenkt.

Nach dem allgemeinen Urtheil ist es die unter dem Namen Moderateur bekannte Drucklampe, welche hinsichtlich der Gefälligkeit der Form, der Standfestigkeit, der Abwesenheit schattenwerfender Körper in der Nähe der Flamme, der Bequemlichkeit des Füllens, der Beseitigung der Gefahr des Ueberlaufens, der Gleichmäßigkeit der Oelzufuhr zum Docht, und der Einfachheit des letzterem Zwecke dienenden Mechanismus den Vorzug vor allen anderen Lampen verdient.

Die Fig. 125 ist die Ansicht der einen Hälfte einer senkrecht durchschnittenen Moderateurlampe. Im Fuß der Lampe befindet sich der cylindrische Oelbehälter.

Fig. 125.

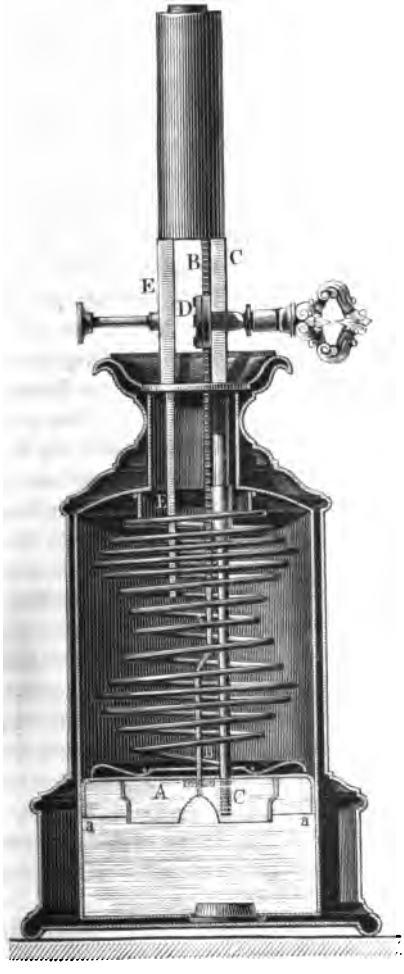
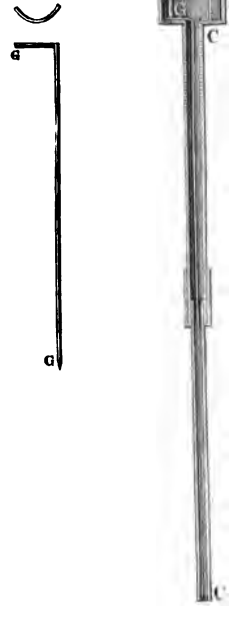


Fig. 126.



A ist eine flache Scheibe mit einem glatten nach unten gebogenen Lederrand, der ringsum dicht an dem inneren Cylinder anliegt. Dieser Lederrand dient zu-

Das Oelnachtlicht, eine Lampe mit ſchwimmendem Brenner, iſt eine Sauglampe, in welcher der Höhenunterſchied des Oelniveaus und der Dochtſpitze immer derſelbe bleibt, da der Docht in demſelben Verhältniſſe wie das Oel ſich ſenkt. Leider läßt ſich dieſe ganz rationelle Conſtruction nicht leicht in größeren Dimenſionen darſtellen und bleibt beſchränkt auf ruhig ſtehende Lampen, von welchen eine nur ganz ſchwache Lichtentwickelung gefordert wird.

Unter den übrigen Sauglampen iſt zwar die einfachſte aber auch die mangelhafteſte Einrichtung die, bei welcher der Oelbehälter etwas ſeitlich (wie z. B. bei unſerer gewöhnlichen Küchenlampe) oder ſenkrecht unter dem brennenden Dochtende liegt. In beiden Fällen ergiebt ſich der Uebelſtand, daß aus dem noch vollgefüllten Oelbehälter reichlich Oel zur Flamme fließt, während dem Docht das Geſchäft des Aufſaugens um ſo mehr erſchwert wird, je tiefer das Oelniveau ſinkt.

Die Veränderlichkeit des Oelniveaus mit dem Verbrauch wird weſentlich verringert durch das Anbringen der ſogenannten Stürzflaſche. Dieſer Apparat iſt in den verſchiedenſten Modificationen im Gebrauch, die alle darauf hinauslaufen, daß ein Gefäß mit Oel gefüllt, und nachdem deſſen Zugußöffnung geſchloſſen worden, mit dieſer nach unten gewendet in ein weiteres Gefäß eingeſtellt wird. Durch Oeffnen der nach unten gekehrten Mündung fließt etwas Oel in dies äußere Gefäß und zwar ſo lange, bis die Mündung des inneren unter die Oelfläche im äußeren untertaucht. Der Docht communicirt mit dem äußeren Gefäß, die Flamme verzehrt Oel, das Niveau deſſelben ſinkt, und ſobald die Mündung des inneren Gefäßes frei wird, tritt eine Luftblaſe ein und ein entſprechendes Volum Oel tritt in das äußere Gefäß. Dieſes Spiel wiederholt ſich, ſo lange Oel vorhanden iſt, und es wird daher, wenn auch nicht ein conſtantes, doch ein nur in engeren Gränzen ſchwankendes Niveau hervorgebracht.

Unter den Drucklampen ſind die, welche auf Anwendung hydroſtatiſcher Sätze gegründet ſind, als zu complicirt und ſchwerfällig, faſt gänzlich außer Gebrauch gekommen. Es ſei hier nur angedeutet, daß man z. B. das Princip des Heronsbrunnens zur Anwendung brachte.

Dagegen ſind diejenigen Lampen, aus deren tiefliegendem Oelbehälter durch mechaniſchen Druck das Oel bis zum Dochtende gehoben wird, gegenwärtig außerordentlich verbreitet. Und zwar iſt es namentlich eine Federdrucklampe, der ſogenannte Moderateur, die ihrer Einfachheit, ihrer geringen Anſchaffungskoſten und der Gefälligkeit ihrer Form wegen ſich überall Eingang verſchaffte. Dieſelbe wird unten näher beſchrieben werden. Theurer, ſchwieriger zu repariren, ohne ſehr weſentliche Vortheile vor der Federdrucklampe zu haben, iſt die ſinnreich conſtruirte Pumplampe, nach ihrem Erfinder auch Carcel'ſche Lampe genannt. In derſelben beſorgt ein durch eine Federuhr getriebenes Pumpwerk, die Prieſterpumpe, das Heben des Oeles zur Flamme. Man darf ſagen, daß dieſe Art Lampen ſeit der Vervollkommnung der Moderateurlampen von dieſen ziemlich verdrängt worden ſind. Wir werden noch an einem anderen Ort hervorzuheben haben, daß ſämmtliche Drucklampen dem Dochte Oel im Ueberſchuß, d. h. mehr als verbrennen kann, zuführen, und ſo eingerichtet ſind, daß der nicht zur Verbrennung kommende Theil in einen Sammler abtropfen kann.

Ueber elektriſche Beleuchtung.

Von

Profeſſor Dr G. Wiedemann.

Die Lichterſcheinungen, welche mit Hülfe des galvaniſchen Stromes hervor- 118
gebracht werden, hat man vielfältig zur Beleuchtung anzuwenden verſucht. Namentlich hat der glänzende Lichtbogen, welcher beim Uebergang des Stromes zwiſchen zwei Spitzen von Kohle ſich bildet, mit Recht die Hoffnung erweckt, daß es möglich ſein werde, die bedeutenden in demſelben auftretenden Lichtmengen auch techniſch zu verwerthen.

Verbindet man zwei Spitzen von Coakskohle oder Bunſen'ſcher Kohle oder von der glasharten an den Wänden der Gasretorten ſich ablagernden Gaskohle mit den beiden Polen einer ſtarken Säule von 12 bis 100 und mehreren hinter einander verbundenen Bunſen'ſchen oder Grove'ſchen Elementen, bringt die Enden der Spitzen direct an einander, und entfernt ſie ſodann um ein wenig von einander, ſo entſteht zwiſchen ihnen ein glänzender Lichtbogen, der, wie es ſcheint, zuerſt von Curtet im Jahre 1802 beobachtet worden iſt, und den unter Anderen Davy bei der Anwendung einer Säule von 2000 Elementen bis zu einer Länge von 7 Zoll erhalten hat.

Zur Erzeugung dieſes Lichtbogens iſt es nöthig, daß zuerſt eine materielle Verbindung zwiſchen den mit den Polen der Säule verbundenen Kohlenſpitzen hergeſtellt wird. Dies kann z. B. dadurch geſchehen, daß man zwiſchen ihnen den Entladungsfunken einer Leydener Batterie durchſchlagen läßt, oder daß man die Spitzen in unmittelbare Berührung bringt und darauf langſam von einander entfernt. Es findet dann eine Ueberführung glühender Theilchen zwiſchen ihnen ſtatt, welche den Uebergang des galvaniſchen Stromes vermittelt. Der Lichtbogen entſteht ſowohl in der Luft als auch in indifferenten Gaſen und im luftleeren Raum. In erſterer wird die hohe Temperatur der zwiſchen den Kohlenſpitzen übergeführten Kohlentheilchen, welche ſie durch den ſie durchfließenden galvaniſchen Strom annehmen, noch durch die bei ihrer Verbrennung auftretenden Wärmemengen geſteigert.

Da der Lichtbogen aus Theilchen beſteht, welche von den Kohlenſpitzen fortgeführt werden, ſo vermindert ſich die Maſſe derſelben, und zwar iſt namentlich in

der Luft dieser Verlust an Masse für beide Spitzen sehr verschieden. Die positive Spitze, welche bedeutend heißer wird und lebhafter erglüht, verliert in der Luft etwa doppelt so viel an Masse, als die negative. Stehen die Spitzen einander gerade gegenüber, so bildet sich häufig hierdurch auf der positiven Spitze eine kraterförmige Vertiefung, in die ein Theil des Lichtbogens hineingreift, da die Intensität des Stromes in der Mitte des Lichtbogens am bedeutendsten ist. Durch die Ränder jener Vertiefung wird leicht ein Theil des vom Lichtbogen ausgestrahlten Lichtes verdeckt. Man muß deshalb die Kohlenspitzen stets so gegenüberstellen, daß ihre Axen nicht unmittelbar zusammenfallen, sondern daß die negative Spitze gegen die positive ein wenig nach der Seite hin verschoben ist, nach der das Licht des Bogens leuchten soll.

Will man den Lichtbogen constant an derselben Stelle erhalten und sein Verlöschen verhindern, so muß man die Kohlenspitzen allmälig gegen einander vorrücken lassen, und zwar mit Geschwindigkeiten, die ihrer Abnutzung entsprechen, d. h. bei Herstellung des Lichtbogens in der Luft die positive Spitze etwa doppelt so schnell als die negative. — Zu dieser Operation hat man eine Reihe von Regulatoren nach verschiedenen Principien construirt.

Die meisten dieser Einrichtungen beruhen darauf, daß die Kohlen, sei es durch Federkraft oder Gewichte, oder durch hydrostatischen Druck beständig einander genähert werden, und ein Elektromagnet, der durch den den Lichtbogen erzeugenden Strom erregt wird, diese Bewegung regulirt.

Die ersten Einrichtungen dieser Art sind von Staite, Petrie und Archereau angegeben worden. Bei ihnen wurde zunächst nur die schneller verbrennende positive Kohlenspitze vorgeschoben.

Ein einfacher Apparat dieser Art ist der von Stöhrer construirte Kohlenlicht-Regulator, Fig. 127. Durch den oberen Theil eines messingenen Stativs ghf verschiebt sich in einer Hülse ein verticaler Metallstab, der unterhalb in einer Reißfeder die obere Kohlenspitze trägt. Man kann diese Spitze in angemessener Höhe durch Anziehen der Schraube n feststellen. Durch das Stativ g sind ferner zwei Metallstäbe b und l gesteckt, welche von demselben durch zwischengelegte Holzscheiben isolirt sind. Beide Stäbe tragen in der Mitte Fassungen, durch die sich ein viereckiger verticaler Metallstab cd verschieben läßt, welcher die untere Kohlenspitze trägt. Der Stab cd communicirt durch einen an Stab b angelötheten Draht mit der Klemmschraube a, die mit dem positiven Pol des stromerregenden Apparates verbunden ist. — An Stab cd wird ein Faden befestigt, der über die Rolle r läuft und das Gegengewicht s trägt, welches den Stab beständig in die Höhe zieht. — An dem Stativ ghf ist ferner ein Draht befestigt, der sich um die Schenkel eines Elektromagnetes windet und dann zu der Klemmschraube k führt, welche mit dem negativen Pol des stromerregenden Apparates verbunden wird. Vor den Polen des Elektromagnetes bewegt sich der Anker p; derselbe wird durch eine Spiralfeder v von den Polen fortgezogen. — Bringt man die Spitzen der Kohlen zuerst in unmittelbare Berührung und entfernt sie wieder von einander, so stellt sich das Licht zwischen ihnen her, und der Strom durchfließt jetzt auch die Drahtwindungen um den Elektromagnet; der Anker p wird angezogen, und dadurch der mit einer Korkscheibe belegte Knopf t gegen den Stab

cd gegengedrückt, so daß derselbe nicht mehr durch das Gewicht *s* gehoben werden kann. Vermindert sich die Intensität des Stromes durch Abbrennen der Spitzen,

Fig. 127.

so entfernt sich durch den Zug der Spiralfeder *v* der Anker *p* von den Magnetpolen und der Knopf *t* von dem Stab *cd*. Dieser wird jetzt durch das Gewicht *s* so lange gehoben, bis die Intensität des Stromes so stark angewachsen ist, daß der Anker wieder den Polen des Magnetes sich nähert.

Ein paraboliſcher Spiegel, in deſſen Brennpunkt man das Licht zwiſchen den Kohlenſpitzen entſtehen läßt, dient dazu, die Strahlen deſſelben in die Ferne zu werfen.

Diese Einrichtungen haben den sehr großen Nachtheil, daß nur die Stellung der positiven Spitze durch den Apparat selbst regulirt wird. Wenn nun auch diese Spitze etwa doppelt so schnell verbrennt, als die andere negative, so ist doch die Verbrennung und Verkürzung der letzteren durchaus nicht zu vernachlässigen, und der Lichtbogen rückt hierdurch allmälig von seiner Stelle in der Richtung von der positiven zur negativen Elektrode. Dieser Uebelstand muß vermieden werden; namentlich wenn das Kohlenlicht durch Hohlspiegel und Linsen in irgend einer Richtung projicirt werden soll, und deshalb der Lichtbogen stets im Brennpunkt jener Apparate bleiben muß.

Es muß daher beiden Elektroden eine Bewegung zu einander hin gegeben werden, die im Verhältniß zu ihrer Abnutzung steht. — Von den vielen Apparaten, welche hierzu construirt worden sind, erwähnen wir nur die folgenden, welche allgemeinere Anwendung gefunden haben.

119 1. Die elektrische Lampe von Duboscq, welche ihren Ursprung zunächst den Angaben von Foucault[1]) verdankt. — Auf den Deckel *A* eines cylinderförmigen Gefäßes, Fig. 128, von Messingblech ist das Metallrohr *B* aufgesetzt, an welches eine Klemmschraube *C* angelöthet ist. In diesem Rohre bewegt sich ein Metallstab *D*, der oberhalb einen Querarm und an diesem bei *E* ein Kugelgelenk trägt, durch welches der die obere Kohlenspitze tragende Metallstab gesteckt ist und in allen möglichen Richtungen festgestellt werden kann. Unterhalb endet der Stab *D* in einer Zahnstange *F*, welche in das Rad *G* eingreift; die Axe dieses Rades ist hohl und wird auf die Axe eines zweiten Zahnrades *H* mit starker Reibung aufgeschoben. Auf Rad *H* ist ein Federgehäuse gesetzt, dessen Feder dasselbe in der Richtung des Pfeiles zu drehen strebt und durch einen auf die Axe jenes Rades aufgesteckten Schlüssel aufgezogen werden kann. Das Zahnrad *H* hat eine doppelt so große Peripherie wie Rad *G*. In die Zähne des Rades *H* greift die eine Zahnreihe einer doppelt gezahnten Zahnstange *J* ein, welche oben in einem Metallstab *O* endet. Dieser wird durch eine isolirende Führung in dem Deckel des Gefäßes *A* vertical erhalten und trägt den unteren Kohlenhalter. Die zweite Zahnreihe der Stange *J* greift in einen auf die Axe des Zahnrades *K* aufgesetzten Trieb, dieses Rad ebenso in den Trieb des Zahnrades *L*, Fig. 129, und letzteres in eine Schraube ohne Ende *M*, auf deren Axe das horizontale Zahnrad *N* und über diesem die Windflügel *X* aufgeschoben sind. — In dem Fuß des Gefäßes *A* befindet sich ein Elektromagnet *P*, bestehend aus einem hohlen und mit übersponnenem Kupferdraht überwundenen Eisenrohr. Das eine Ende dieses Kupferdrahtes ist an das untere Ende der Zahnstange *J* angelöthet, welches in den inneren Hohlraum des Elektromagnetes sich einschiebt; das andere Ende ist mit der auf den Deckel isolirt aufgesetzten Klemmschraube *V* verbunden. Als Anker zu dem Elektromagnet dient ein ringförmiges Stück Eisen *Q*, welches in das eine Ende des Winkelhebels *RST* eingeschraubt ist. Letzterer greift oberhalb in einen Einschnitt eines an dem Deckel *A* befestigten und um eine horizontale Axe drehbaren Metallstückes *U* ein. An diesem befindet sich eine Schneide, welche in die Zähne

[1]) Foucault, Compt. rend. T. XXVIII, p. 68, 698. 1848.*

des Rades *N* eingreift und daſſelbe hemmt, ſobald das Metallſtück *U* bei der Anziehung des Ankers *Q* durch den Magnet vermittelſt des Winkelhebels *RST* vorwärts gedrückt wird. — Das Rad *N* kann außerdem durch einen von außen in das Gehäuſe geſchobenen Stift feſtgeſtellt werden.

Vor dem Gebrauch wird die Feder am Rade *H* aufgezogen; durch die Drehung dieſes Rades wird die Zahnſtange *J* mit dem unteren Kohlenhalter geſenkt. Durch die Reibung dreht ſich Rad *G* mit und hebt den Stab *D* mit dem oberen Kohlenhalter. Man arretirt nun Rad *N* von außen, ſetzt die Kohlen in die Halter, und löſt wieder Rad *N*. Durch die Feder am Rade *H* werden die Kohlen einander genähert. Man arretirt Rad *N*, wenn die untere Kohle eine beſtimmte durch einen Strich am Rohre *B* angegebene Stellung angenommen hat. Man ſchiebt dann die

Fig. 129.

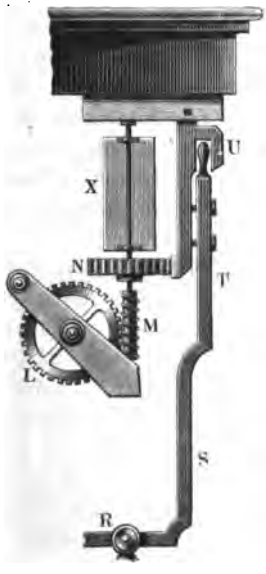
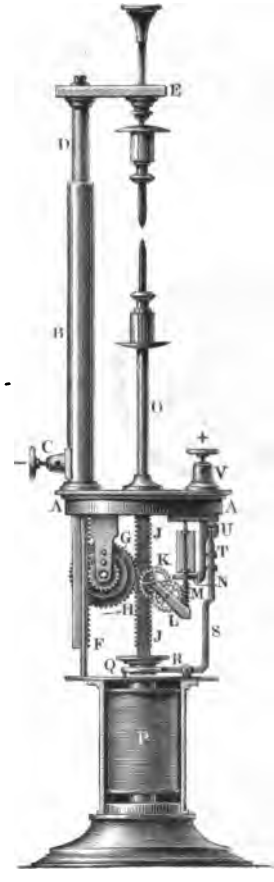


Fig. 128.

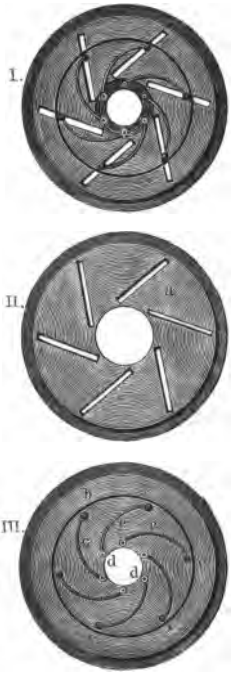


obere Kohlenſpitze bis auf die untere hinab und dreht die erſtere ſo, daß ſie ein wenig ſeitlich von der unteren Spitze ſteht, damit die hellere Spitze ganz frei iſt. Das

Rad *H* kann sich hierbei nicht mit bewegen, da es durch die Arretirung von Rad *N* festgehalten ist. Nun verbindet man die Klemmen *V* und *C* mit dem positiven und negativen Pol der Säule. Sogleich wird der Elektromagnet *P* magnetisch, zieht den Anker *Q* an und hemmt das Rad *N* durch den Hebel *RST*. Zieht man nun den das Rad *N* arretirenden Stift zurück, so bleibt es dennoch in Folge dieser neuen Hemmung unbeweglich; die Kohlenspitzen bleiben in Contact. Jetzt entfernt man die obere Spitze durch Drehen des Schlüssels am Rade *H* von der unteren, bis man einen schönen Lichtbogen zwischen den Kohlenspitzen erhalten, hat und überläßt den Apparat sich selbst. Sobald die Stromintensität durch Abbrennen der Kohlenspitzen schwächer wird, kann der Magnet *P* den Anker *Q* nicht mehr genügend stark anziehen; derselbe hebt sich, und Rad *N* sowie das ganze Uhrwerk wird ausgelöst. Durch Eingreifen der Räder *G* und *H* in die Zahnstangen *F* und *J* werden die Kohlen mit ungleicher Geschwindigkeit einander genähert, bis die Stromintensität wieder genügend angewachsen ist, um den Magnet *P* so stark zu magnetisiren, daß Anker *A* angezogen und Rad *N* gehemmt wird. — Durch Hinauf- und Herabschrauben des ringförmigen Ankers *Q* in seiner Fassung am Ende des Hebels *R* kann man für verschieden starke Ströme die Anziehung des Magnetes gegen den Anker gehörig reguliren.

Im vorliegenden Falle dient die untere Kohlenspitze als positive Elektrode und brennt schneller ab. — Für viele physikalische Anwendungen der elektrischen Lampe ist diese Einrichtung zweckmäßig. Soll aber das Licht derselben von oben herabfallen, so muß die obere Spitze als positive Elektrode dienen, da sie heißer wird und mehr Licht ausgiebt. Dann müssen die Räder *G* und *H* gegen einander vertauscht werden.

Fig. 130.

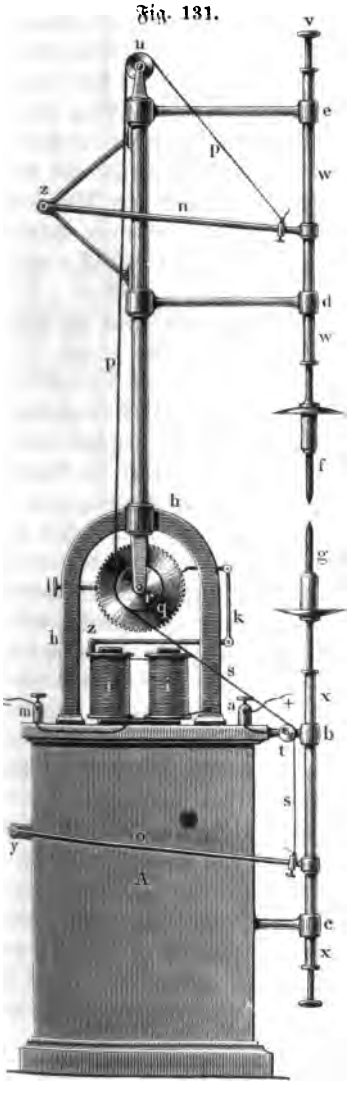


Bei einer früheren Einrichtung der Lampe von Duboscq waren die Zahnstangen vermieden. Die Räder *K* und *H* griffen direct in einander. Die untere Stange *J*, welche von den Zahnrädern unabhängig war, wurde durch eine Kette, welche sich um die Peripherie des Rades *H* wickelte, gehoben, und von der Peripherie des Rades *G* ging durch das Rohr *B* eine zweite Kette über Rollen bis nach *E*, wo sie den oberen Kohlenträger trug. Der Mechanismus der Lampe blieb sonst wesentlich derselbe. Nur war eine sehr sinnreiche Einrichtung getroffen, um je nach Bedarf, wenn das Verhältniß des Abbrennens der beiden Kohlen sich änderte, das Verhältniß der Peripherien der Räder *G* und *H* zu ändern. Das kleinere der Räder besteht nämlich aus einer Scheibe *a* (Fig. 130 II.), in welcher 6 Einschnitte angebracht sind. Concentrisch mit dieser Scheibe dreht sich auf ihrer Axe eine zweite Scheibe *b* (III.). Auf derselben sind 6 Hebel *c* befestigt, deren Drehpunkte *d*

ſich nahe dem Mittelpunkt der Scheibe befinden, und die an ihren äußeren Enden Knöpfchen *e* tragen, welche in die Einſchnitte der Scheibe *a* eingreifen (I.). Eine ringförmige Feder, welche gegen die äußeren Enden der Hebel *c* drückt, ſucht beſtändig die Peripherie des durch die Knöpfe *e* gebildeten Kreiſes zu verkleinern. Dreht man nun die Scheiben *a* und *b* gegen einander, ſo kann man die Peripherie des durch die Feder gebildeten Kreiſes, auf welchen der den einen Kohlenhalter tragende Faden aufgewunden iſt, beliebig verändern.

2. Die Lampe von Breton iſt einfacher als die Duboscq'ſche Lampe 120 und, wenn ſie auch wohl nicht ganz ſo ſicher die Regulirung des elektriſchen Lichtes bewirkt, ſo doch in vielen Fällen genügend. In derſelben iſt die Regulirung durch Hebel hergeſtellt.

Fig. 131.



Auf ein hölzernes Stativ *A* iſt ein meſſingener Bügel *hh* aufgeſetzt, der an einem Metallſtabe die Faſſungen *e* und *d* trägt, durch welche ſich ein Rohr *ww* ſchiebt. In dieſem Rohr bewegt ſich mit mäßiger Reibung der die Kohle *f* tragende Stab *v*. An dem Rohr *w* iſt der um den Punkt *z* drehbare Hebel *n* befeſtigt. — Ebenſo ſind an dem Stativ *A* die Faſſungen *b* und *c* angebracht, durch die ſich der untere Kohlenträger *xx* ſchiebt. Auch dieſer iſt mit einem um Punkt *y* drehbaren Hebel *o* verbunden. Das Gewicht des unteren Kohlenträgers *xx* iſt geringer als das des oberen *w*. In dem inneren Raum des Bügels *hh* befindet ſich auf einer gemeinſchaftlichen Axe ein Zahnrad *q* und ein Rad *r*. Um letzteres ſind zwei Fäden geſchlungen, von denen der eine *ss* über die Rolle *t* zu dem unteren Hebel *o*, der andere über die Rolle *u* zum oberen Hebel *n* geführt iſt. Die Anknüpfungspunkte der Fäden können auf den Hebeln verſchoben werden. Unter dem Zahnrad *q* ſteht der Elektromagnet *i*. Zieht dieſer ſeinen Anker *z* an, ſo wird zugleich durch den mit letzterem verbundenen Sperrhaken *k* das Rad *q* feſtgehalten.

Mit der Klemme *a*, welche mit der Faſſung *b* verbunden iſt, wird der eine, mit der Klemme *m*, welche mit

dem einen Ende des um den Elektromagnet *i* gewundenen Drahtes verbunden ist, der andere Pol des stromerregenden Apparates in Verbindung gesetzt. Das andere Ende des Drahtes des Magnetes ist an den Bügel *h* angeschraubt.

Man schiebt zuerst die Stahlspitze *l* zwischen die Zähne des Rades *q* und arretirt dasselbe. Sodann schiebt man den Stab *v* herunter, bis die Kohlen einander berühren, und entfernt sie wieder so weit von einander, bis der Lichtbogen recht hell hervortritt. Dann fließt auch der Strom um den Magnet; derselbe zieht seinen Anker an und dadurch greift der Sperrhaken *k* in die Zähne des Rades *q* ein. Zieht man nun die Spitze *l* aus dem Bügel *h* hervor, so bleibt das Rad *q* arretirt, bis durch das Abbrennen der Kohlenspitzen die Intensität des Stromes so schwach geworden ist, daß der Magnet seinen Anker losläßt. Durch das Gewicht des oberen Kohlenträgers wird dann vermittelst der Schnur *pp* das Rad *r* herumgedreht, und zugleich der Faden *ss* auf dasselbe aufgewickelt. Hierdurch hebt sich der Hebel *o* und mit ihm der Kohlenträger *xx*, bis die Intensität des Stromes wieder so weit gewachsen ist, daß der Magnet seinen Anker anzieht und Rad *q* von Neuem arretirt. — Durch Verstellen der Befestigungspunkte der Fäden *s* und *p* an den Hebeln *o* und *n* kann man das Verhältniß der relativen Geschwindigkeiten des Sinkens des Kohlenhalters *w* und der Hebung des Halters *x* beliebig abändern.

So vortreffliche Dienste die beschriebenen Apparate, namentlich der Regulator von Duboscq, für viele Zwecke leisten, so leiden sie doch noch an einem Uebelstande. Wenn nämlich am Anfang des Versuches oder durch irgend einen Umstand bei einer zufälligen Unterbrechung des Stromes die Kohlenspitzen in unmittelbare Berührung kommen, und nun der Strom wieder zwischen denselben hergestellt wird, so bleiben sie an einander haften, und es bedarf der Nachhülfe des Experimentators, um sie von einander zu trennen, damit der Lichtbogen erscheint. Wenn man daher den Apparat an einem Orte aufgestellt hat, den man nicht leicht erreichen kann, so würde man den Lichtbogen nicht leicht und dauernd herstellen können. — Man hat diesem Uebelstande auf verschiedene Weise abzuhelfen versucht, z. B. bei einigen Apparaten von Duboscq durch einen zweiten Elektromagnet, um den man den durch den Apparat geleiteten Strom herumführt und welcher die Kohlenspitzen bei der Anziehung seines Ankers von einander trennt. Der Anker wird mit solcher Kraft, z. B. durch eine Feder, vom Magnet abgedrückt, daß, um eine Bewegung des Ankers zu bewirken, der Strom eine gewisse Intensität besitzen muß, die er erst bei unmittelbarer Berührung der Kohlen erhält. Diese Einrichtung scheint nicht allgemeiner angewendet worden zu sein.

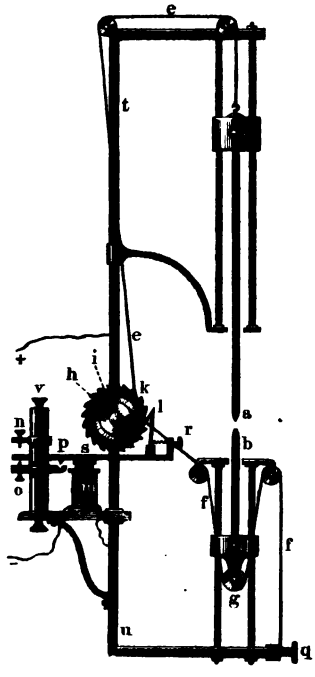
Recht zweckmäßig erscheinen in dieser Beziehung die folgenden zwei Regulatoren.

121 3. Der Regulator von Wartmann [1]). Die Kohlenstäbe *a* und *b* sind an zwei schweren Messinggewichten *c* und *d* befestigt, welche zwischen je zwei parallelen Messingstäben in verticaler Richtung auf- und abgeschoben werden können. Das obere Messinggewicht *c* hängt an der Schnur *e*, das untere vermittelst der Rolle *g* an der Schnur *f*, welche an der Schraube *q* befestigt ist. Die beiden Schnüre sind um die auf dieselbe Axe gesetzten Räder *h* und *i* ge-

[1]) Archives de Genève T. XXXVI, p. 332. 1857.*

schlungen, deren Durchmesser sich wie 1 : 2 verhalten. Auf derselben Axe befindet sich das Steigrad *k*, in welches der Haken *l* eingreift. Dieser sitzt an dem einen Ende eines um Punkt *p* beweglichen Hebels und kann durch die Schraube *r* vor- und zurückgestellt werden. Der Hebel geht durch das hohle Stativ *v* hindurch, in welchem von oben und unten Spiralfedern auf ihn drücken, von denen jedoch die obere etwas stärker ist. Er trägt bei *s* den Anker des Elektromagnetes *m*. Das Gestell *tu* des ganzen Apparates ist von Metall, jedoch sind die Theile *t* und *u* von einander durch ein Zwischenstück isolirt. Der obere Theil *t* wird mit dem positiven Pol der Säule verbunden, der untere steht mit dem einen Ende des Drahtes des Elektromagnetes in Verbindung, dessen anderes Ende mit dem negativen Pol der Säule verbunden ist.

Fig. 132.



Die Kohlenspitzen werden erst unmittelbar an einander gebracht. Bei der Verbindung des Apparates mit der Säule wird der Anker *s* vom Magnet *m* angezogen, der Haken *l* greift in die Zähne von *k* ein, und zieht die Spitzen um eine Entfernung von einander, die durch die Schrauben *n* und *o* regulirt werden kann, welche die Bewegungen des Ankers *s* beschränken. Brennen die Spitzen ab, und wird dadurch der Strom schwächer, so wird der Anker durch die Spiralfedern im Inneren des Ständers *v* von dem Magnet entfernt, und Haken *l* läßt das Rad *k* frei.

Durch das Gewicht *c*, welches schwerer ist als *d*, werden die Räder *h*, *i*, *k* gedreht, und die Kohlen mit den relativen Geschwindigkeiten 1 und 2 einander genähert, bis der verstärkte Strom den Magnet *m* wieder so stark erregt, daß Haken *l* in das Rad *k* eingreift. — Dieser Regulator hat nach der gefälligen Mittheilung des Herrn Wartmann bei der Beleuchtung des Leuchtthurmes im Hafen von Genf recht befriedigende Resultate geliefert.

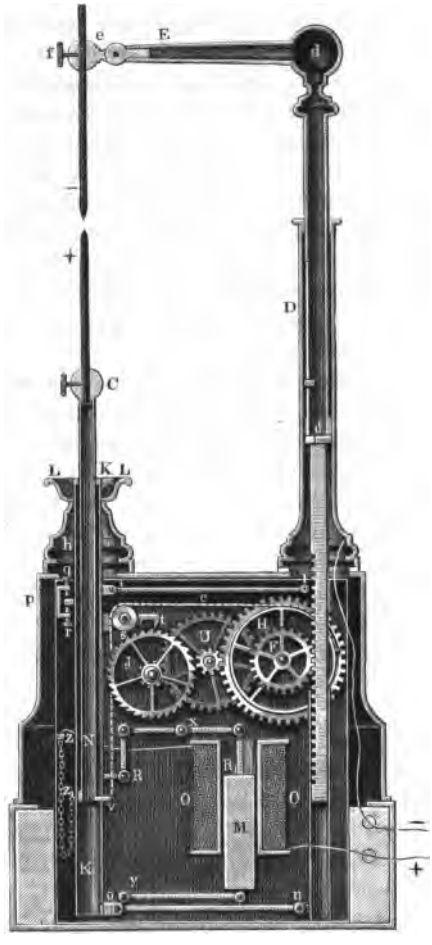
Sehr constant und ohne einer Nachhülfe zu bedürfen, arbeitet

4. die Lampe von V. Serrin [1]). Auch in ihr wirkt der Elektromagnet in 122
zweifacher Weise auf die Kohlenspitzen: 1. durch Entfernung derselben von einander, wenn sie einander unmittelbar berühren; 2. durch Annähern derselben, wenn sich mit der Abnahme der Stromintensität die Helligkeit des Lichtbogens verringert. Der erste Zweck wird durch folgende Theile des Apparates erreicht:

[1]) Vgl. du Moncel, Revue des applications de l'électricité en $18^{57}/_{58}$, p. 492.*

Die Röhre *KK* von Metall, welche oberhalb einen kleinen Becher *LL* trägt, kann vermittelſt der um die Punkte *n* und *l* drehbaren Hebel *il* und *on* auf und nieder bewegt werden. Sie trägt ſeitlich einen Lappen *p*, der zwiſchen den Schrauben *q* und *r* liegt, und ſo die Hebung und Senkung der Röhre auf einen Spielraum von 4 Millimeter beſchränkt. An der Röhre iſt ferner ein um den Punkt *x* drehbares Hebelſyſtem RR_1 befeſtigt, welches unterhalb R_1 einen Eiſenkern *M* trägt. Durch einen um *y* drehbaren und unten am Eiſenkern befeſtigten Hebel wird bewirkt, daß auch dieſer Eiſenkern nur in verticaler Richtung ſich bewegen kann. Derſelbe iſt von der Spirale *OO* umgeben, in die er bei der tiefſten Stellung des Rohres *K* etwa bis zu zwei Drittel ſeiner Höhe hineinragt. Das eine Ende des Drahtes der Spirale iſt mit dem von dem poſitiven Pol des ſtromerregenden Apparates kommenden Leitungsdraht in Verbindung. — Die Röhre *KK* trägt ferner einen Sperrhaken *t*, welcher bei der niedrigſten Stellung derſelben in das Zahnrad *J* eingreift, auf welches durch das Rad *U* die Drehungen des Rades *H* übertragen werden. Auf die Axe dieſes Rades iſt ein zweites Rad *F* aufgeſetzt, deſſen Durchmeſſer zu dem des Rades *H* ſich wie 1 : 2 verhält. Dieſe beiden Räder *H* und *F* dienen in ähnlicher Weiſe wie bei der Duboscq'ſchen Lampe dazu, die ungleich ſchnelle Annäherung der ſich abnutzenden Kohlenſpitzen zu vermitteln. In das Zahnrad *F* greift die Zahnſtange *T* ein, auf welcher eine in dem Metallrohr *D* verſchiebbare Röhre *dd* aufgeſetzt iſt, welche an dem metallenen Arm *EE* die obere Kohle trägt. Dieſe Kohle wird in einer verticalen Durchbohrung der Metallkugel *e* vermittelſt der ſeitlichen Schraube *f* feſtgehalten und kann mit der Kugel in einem Charnier nach vorn und hinten und durch Drehung des Stieles der Kugel in dem Arm *E* auch ſeitlich gedreht werden. Die

Fig. 133.



Zahnstange T ist von der Röhre dd und die Röhre DD von dem messingenen Gehäuse der Lampe durch zwischengelegte Elfenbeinstücke isolirt. — Die Röhre DD und durch diese auch die obere Kohlenspitze ist mit dem negativen Pol des stromerregenden Apparates verbunden.

In dem Rohr KK bewegt sich mit mäßiger Reibung ein zweites Rohr NC, welches oberhalb die untere Kohle trägt. Durch einen Schlitz des Rohres K tritt ein unten an Rohr NC angelötheter Metalllappen v hervor, der um das Rohr KK herumgreift. An diesem ist einerseits die Kette vc befestigt, welche über die Rolle s geführt und an der Peripherie des Rades H befestigt wird. Andererseits sind an demselben mehrere Ketten von stärkeren Metallringen angelöthet, die bei z an dem Gehäuse der Lampe befestigt und daselbst mit dem von der Spirale O kommenden Ende der Leitung verbunden sind.

Bei dem Gebrauch des Apparates werden die Kohlenspitzen unmittelbar an einander gebracht, und nun die Pole des stromerregenden Apparates mit den Leitungsdrähten verbunden. Der Strom durchfließt die Spirale O und diese zieht den Eisenkern in die Höhe. Dadurch wird die Röhre KK hinabgezogen, die Kohlenspitzen trennen sich, und der Lichtbogen stellt sich zwischen ihnen ein. Weiter als 4 Millimeter können sich im ersten Moment in Folge der Hemmung des Rohres K durch die Schrauben q und r die Spitzen nicht von einander entfernen, so daß dies die erste normale Länge des Lichtbogens wird. Zugleich ist durch den Sperrhaken t die Drehung der Räder J, U, H und F gehemmt. Brennen die Kohlen allmälig ab, und wird dadurch die Intensität des Stromes geringer, so sinkt der Eisenkern M aus der Spirale herab, das Rohr KK wird gehoben, bis der Lappen p an die Schraube q stößt. Dann ist zugleich der Sperrhaken t aus dem Rade J ausgehoben; das Gewicht des oberen Kohlenträgers Ed drückt die Zahnstange T hinab und setzt die Räder F und H in Bewegung. Auf die Peripherie von H wird ein Stück der Kette c aufgewunden, welches gerade doppelt so lang ist als das Stück, um welches sich die Zahnstange T mit dem oberen Kohlenträger gesenkt hat. Hierdurch wird das Rohr NC mit der an demselben befestigten unteren Kohle ebenfalls um das Doppelte der Senkung der oberen Kohle gehoben. In demselben Verhältniß steht aber auch der Verbrauch der Kohlen beim Verbrennen. Ist hierdurch die Stromintensität wieder stärker geworden, so hebt sich von Neuem der Eisenkern M und der Sperrhaken t verhindert die weitere Drehung der Räder. — Sind die Kohlen etwa bis zur Berührung genähert worden, so beginnt dasselbe Spiel des Apparates, welches wir am Anfang beschrieben haben.

Durch Gewichte, welche auf die Schale L aufgelegt werden, kann man bei Anwendung von Strömen von verschiedener Intensität den Eisenkern M jedesmal so äquilibriren, daß die Anziehung der Spirale gegen denselben genügt, um die Senkung des Rohres KK zu bewerkstelligen. — Durch das Verbrennen der unteren Kohlenspitze wird aber zugleich das Gewicht des aus den Röhren K und N bestehenden Systems geringer, so daß es jetzt nicht mehr gegen den Eisenkern M gehörig äquilibrirt ist. Dieser Verlust an Gewicht wird ersetzt, indem sich mit der Hebung des Rohres NC zugleich das Ende z_1 der Ketten zz_1 hebt und so das Rohr NC stärker belastet wird.

Man könnte leicht, etwa wie bei dem Apparate von Duboscq, das Ver-

hältniß der Umfänge der Räder F und H abändern, wenn das Verhältniß der Abnutzung der Kohlen ein anderes wäre, als 1 : 2.

Außer diesen Regulatoren hat man noch eine Reihe anderer mehr oder minder zweckmäßiger construirt. So haben Lacassagne und Thiers die untere Kohlenspitze an einem Eisenstab in einem Cylinder voll Queckfilber schwimmen lassen und dieselbe durch Zufluß von Queckfilber aus einem höheren Reservoir allmälig gehoben. Ein durch den Strom zwischen den Kohlenspitzen erregter Elektromagnet regulirte den Zufluß des Queckfilbers, indem sein Anker das vom Reservoir zum Cylinder führende Kautschukrohr mehr oder weniger zudrückte. — Andere Experimentatoren haben die Kohlenspitzen (oder nur die positive) durch zwei in einer Ebene liegende oder gekreuzte Kohlenscheiben ersetzt, zwischen denen der Lichtbogen entstand. Die Scheiben wurden bei der Abnutzung allmälig durch ein Uhrwerk um ihre Axe gedreht und einander genähert, und zugleich ihre Oberflächen durch eine cylindrische Feile abgedreht. Diese Bewegungen der Scheiben wurden entweder allein durch ein Uhrwerk vermittelt, welches die Ränder der Scheiben in constantem Abstand erhielt, oder zweckmäßiger die Bewegungen noch durch einen Elektromagnet regulirt. Die erste dieser Einrichtungen hat denselben Mangel, wie wenn man die Kohlenspitzen der früher beschriebenen Apparate durch ein Uhrwerk stets auf constanter Entfernung erhalten wollte. Wenn nämlich während der Dauer der Versuche die Intensität des Stromes sich verändert, werden die Kohlen schneller oder langsamer verzehrt, und man muß dem Uhrwerk eine andere Geschwindigkeit ertheilen, dasselbe also stets von Neuem reguliren.

Ueberhaupt möchte die Anwendung von Kohlenscheiben Schwierigkeiten haben. Wenn das Licht nach irgend einer Richtung projicirt werden soll, können die Scheiben leicht einen Theil desselben abfangen. Sodann geht der Lichtbogen stets von breiteren Flächen aus, als bei Anwendung von Spitzen. Es kann hierdurch die Stromintensität sich ein wenig vermehren; die Dichtigkeit des Stromes im Lichtbogen wird aber noch schneller abnehmen, und dadurch die gesammte Helligkeit des Bogens vermindert werden können. Endlich würden auch die Apparate sehr complicirt werden.

Eine fernere Einrichtung der Regulatoren war die, daß man auf die untere positive, stärker verbrennende Elektrode stets von oben Kohlenpulver fallen ließ, um ihren Verlust zu ersetzen, und diesen Proceß durch eine elektromagnetische Vorrichtung regulirte. — Es möchte wohl sehr schwer sein, hierbei die gehörige Regelmäßigkeit der Operationen zu erreichen.

Von ganz besonderer Wichtigkeit für die Erzeugung eines möglichst hellen Lichtbogens ist die Natur der verwendeten Kohlen. Man benutzte früher meist die Bunsen'sche Kohle oder auch die an den Wänden der Steinkohlengasretorten sich absetzende harte Gaskohle. Diese Kohlen geben aber stets ein unregelmäßiges Licht von wechselnder Helligkeit, sowohl wegen ihrer ungleichen Dichtigkeit, als auch indem die Salze (Silicate), welche in ihnen enthalten sind, schmelzen und einzelne Theile der Oberfläche der Kohlen bedecken, die dann weniger leitend werden.

Obgleich daher nach den Versuchen von Cassselmann[1]) Kohlen, welche mit

[1]) Cassselmann, Poggend. Ann. Bd. LXIII, S. 576. 1844.*

verſchiedenen Salzlöſungen, z. B. Zinkchlorid, getränkt ſind, unter ſonſt gleichen Verhältniſſen einen helleren Lichtbogen geben, als gewöhnliche Kohlen, ſo würde ihrer praktiſchen Anwendung doch die Unregelmäßigkeit des Lichtes im Wege ſtehen.

Sehr vortreffliche Dienſte leiſtet dagegen nach Herrn du Moncel die chemiſch reine Kohle von Jacquelain, welche in ſehr harten Stäben erhalten wird, die, ohne zu ſprühen, ſehr regelmäßig fortbrennen und bei Anwendung desſelben ſtromerregenden Apparates einen Lichtbogen von faſt doppelter Helligkeit geben ſollen als gewöhnliche Kohlenſtäbe.

In neueſter Zeit hat Profeſſor Way den elektriſchen Lichtbogen mit Anwendung von Queckſilber herzuſtellen verſucht. — Das Queckſilber fließt aus einem trichterförmigen Gefäße in einem dünnen Strahl in ein zweites Gefäß, welches etwa einen halben Zoll unter der Oeffnung des erſteren ſich befindet. Werden beide Gefäße mit den Polen einer ſtarken Säule verbunden, ſo verdampft der zwiſchen ihnen herabfließende Queckſilberfaden, und an ſeiner Stelle entſteht ein ſehr heller Lichtbogen. Damit das verflüchtigte Queckſilber ſich nicht im Raume verbreite, fließt das Queckſilber zwiſchen den beiden Gefäßen in der Axe einer dicht ſchließenden Glasröhre herab, die ſo eng iſt, daß die bei der Bildung des Lichtbogens entſtehende Temperaturerhöhung genügt, um den Abſatz von condenſirtem Queckſilber auf der inneren Fläche der Glasröhre zu verhindern.

Das Ueberwiegen der blauen Strahlen und die geringe Menge des rothen Lichtes in dem durch Queckſilber gebildeten Lichtbogen möchte ſeiner Anwendung für viele Zwecke der Beleuchtung hinderlich in den Weg treten können.

Der galvaniſche Strom, welchen man zur Erzeugung des Kohlenlichtes verwendet, wurde früher allgemein durch eine Säule von vielen (40 und mehr) Bunſen'ſchen Elementen hervorgebracht. Die Elemente müſſen zur Erreichung des Maximums der Intenſität des Stromes ſo verbunden werden, daß der Widerſtand in der Säule gleich dem der übrigen Leitung wird. Da man indeß noch durchaus nicht den Widerſtand des Lichtbogens kennt, der zwar bedeutend iſt, aber wie es ſcheint, in den meiſten Fällen wohl ziemlich überſchätzt wird, ſo kann über die Anordnung der Säule nichts Näheres angegeben werden. Im Allgemeinen möchte es indeß zweckmäßig ſein, die Elemente hinter einander zu verbinden, wenn ſie nicht ſehr klein ſind.

Für die meiſten kleineren Zwecke, z. B. für optiſche Darſtellungen, kurze Zeit andauernde Beleuchtung der Bühne des Theaters, Illuminationen, möchte die Anwendung einer ſolchen Säule zur Erzeugung des Stromes wohl am zweckdienlichſten ſein. Für größere Zwecke, bei denen das Kohlenlicht längere Zeit und häufiger gebraucht wird, z. B. zur Beleuchtung von Werkſtätten, Leuchtthürmen ꝛc., iſt die Unterhaltung der Säule zu läſtig und zu koſtbar. — Man hat deshalb in neuerer Zeit begonnen, die galvaniſchen Ströme durch mächtige Inductionsapparate zu erzeugen, welche im Weſentlichen nach dem Princip der von Pixii, Saxton, Clarke, Oertling, Stöhrer und Anderen conſtruirten Magneteletriſirmaſchinen gebaut ſind, und durch beſondere Dampfmaſchinen getrieben werden.

Während man früher beſtrebt war, die Dampfmaſchinen durch elektromagnetiſche Bewegungsmaſchinen zu erſetzen, und dabei häufig nicht bedachte, daß man dadurch gewißermaßen nur den Verbrauch an Kohlen in den erſteren Maſchinen

durch den Verbrauch einer äquivalenten Menge von Zink ꝛc. in der galvanischen Säule ersetzte, welche zum Treiben der elektromagnetischen Maschine verwendet wurde, scheint man umgekehrt in diesem Verfahren den richtigen Weg gefunden zu haben, auf welchem man die galvanischen Ströme nach dem jetzigen Zustande unseres Wissens am billigsten produciren kann.

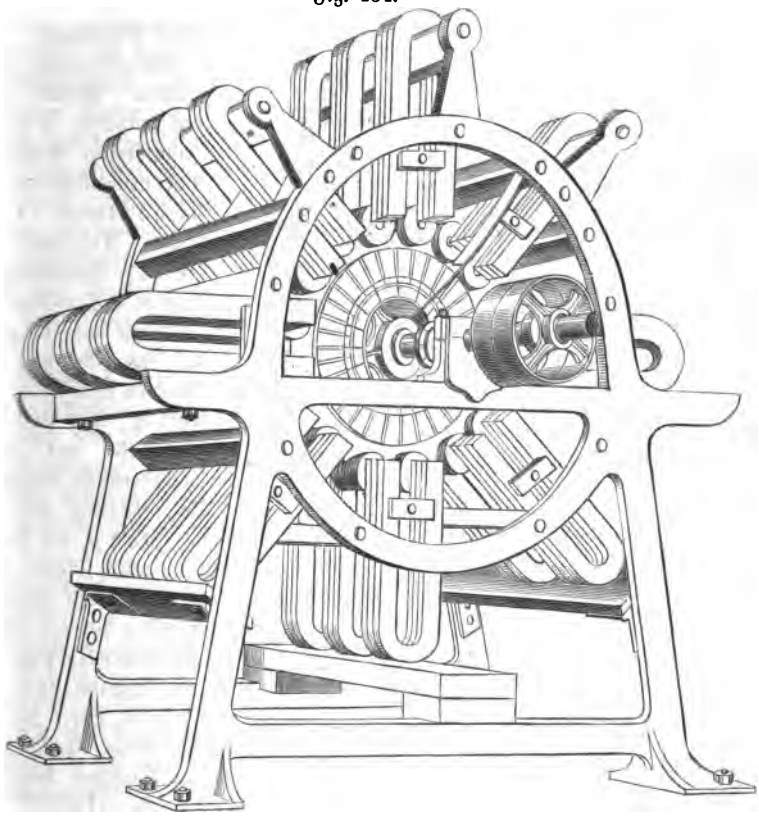
Es sind die Inductionsapparate für die Zwecke der elektrischen Beleuchtung, namentlich der Leuchtthürme, vorzüglich in zwei verschiedenen Constructionen ausgeführt worden; die einen in Frankreich durch die Gesellschaft l'Alliance (Werkstatt bei dem Palais des Invalides), die anderen in England durch die Herren Holmes und Warner (Werkstatt in Northfleet, Kent). Es mag eine kurze Beschreibung der wesentlichen Theile beider Apparate folgen, die zum Theil auf directe Mittheilungen begründet ist, welche ich dem Herrn Vicomte du Moncel, wissenschaftlichem Mitdirector der Gesellschaft l'Alliance, und den Herren Faraday und Holmes verdanke, so wie auch auf die von mir selbst an Ort und Stelle gesammelten Notizen.

123 5. Der Apparat der Gesellschaft l'Alliance. In der Mitte eines starken eisernen Gestells (vgl. Fig. 134) [1]) befindet sich eine horizontale Axe, welche vermittelst eines Treibriemens durch eine Dampfmaschine gedreht wird. An dieser Axe sind im Kreise herum mehrere Reihen von je vier Spiralen von übersponnenem Kupferdraht so befestigt, daß ihre Axen der Drehungsaxe parallel liegen. Jede dieser Spiralen ist 15 Centimeter lang und hat 10 Centimeter äußeren Durchmesser. Sie bestehen aus einem doppelten hohlen Eisencylinder, welcher der Länge nach aufgeschnitten und mit einem Bündel von 12 Kupferdrähten von 30 Meter Länge und 1 Millimeter Durchmesser umwunden ist. Rings um die die Spiralen tragende Axe sind parallel derselben im Kreise herum acht Streben angebracht, auf welche je fünf hufeisenförmige Stahlmagnete rittlings so aufgesetzt werden, daß die Lage ihrer Pole wechselt, und dieselben zwischen den Eisenkernen je zweier in einer geraden Linie liegender Spiralen sich befinden. Auf diese Weise werden die sämmtlichen Eisenkerne der Spiralen magnetisch, wenn sie bei der Rotation der Axe gerade zwischen den Polen der Magnete hindurch laufen. — Die Magnete selbst sind zum Theil (24) 60 Kilogramme, zum Theil (16) 30 Kilogramme schwer, und bestehen aus 6 oder 3 einzelnen Stahllamellen. Die Drähte der einzelnen Spiralen werden so verbunden, daß die Ströme, welche in ihnen beim Drehen der Axe Q während ihrer Annäherung und Entfernung von den Polen der Magnete inducirt werden, alle Spiralen in gleicher Richtung hinter einander durchlaufen. Die beiden Enden der von den Spiralen kommenden Leitungsdrähte sind mit zwei Metallrädern verbunden, welche isolirt auf das eine Ende der Drehungsaxe aufgesetzt sind, und gegen die zwei starke Metallfedern mit ziemlicher Reibung schleifen. An diesen Federn werden mittelst Klemmschrauben die Leitungsdrähte befestigt, welche zu der elektrischen Lampe (nach der Construction von Serrin) führen. Die Ströme, welche in den Spiralen bei der Bewegung inducirt werden, haben bei der Annäherung und Entfernung von den Magnetpolen eine entgegengesetzte Richtung. — Die die Spiralen tragende

[1]) Die Zahlenangaben beziehen sich auf eine erst neuerdings construirte Maschine, welche größer ist, als die völlig analoge in der Figur 134 gezeichnete.

Axe wird durch die Dampfmaschine in der Minute etwa 373mal herumgedreht, so daß also in derselben Zeit in jeder Spirale der Strom $16 \times 373 = 5968$ mal seine Richtung wechselt. — Dieser selbe Wechsel der Stromesrichtung findet auch zwischen den beiden Kohlenspitzen der elektrischen Lampe statt, und beide werden gleich stark abgenutzt, so daß sie mit gleicher Geschwindigkeit gegen einander hin bewegt werden müssen, damit der Lichtbogen seine Stellung nicht verändert.

Fig. 134.



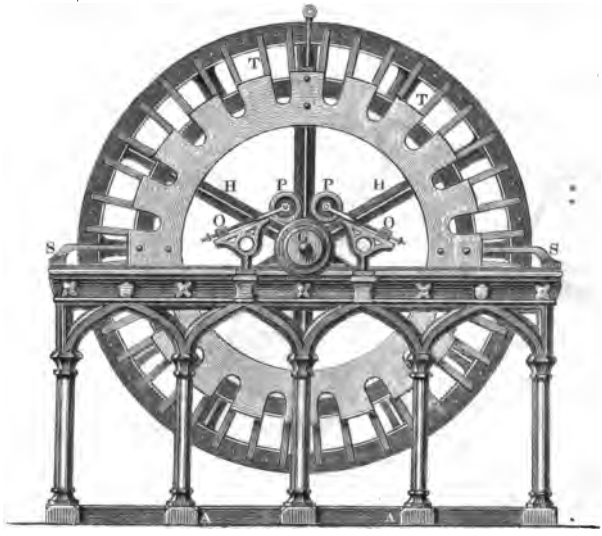
Zur Bewegung der Maschine in der angegebenen Weise ohne die Verbindung mit der elektrischen Lampe ist etwa 1 Pferdekraft erforderlich, und diese Kraft nimmt bei Einsetzung des Lichtbogens um $^1/_4$ Pferdekraft zu. Die Helligkeit, welche der Lichtbogen bei Anwendung gewöhnlicher Kohlenspitzen zeigt, ist etwa gleich der von 166 Carcel'schen Lampen oder circa 1300 Kerzen. Die directen Kosten dieses Lichtes würden in der Stunde etwa nur 20 Centimes ($1^3/_5$ Silbergroschen) betragen. Bei Anwendung reiner Jacquelain'scher Kohlenspitzen würde die Helligkeit des Lichtbogens sich fast verdoppeln.

Sollen einzelne Magnete dieser Maschine neu magnetisirt werden, so giebt man durch einen Commutator den durch sie erzeugten alternirenden Strömen

gleiche Richtung und leitet ſie durch die Drahtſpiralen eines beſonderen Elektromagnetes, an dem man die Stahlmagnete ſtreicht.

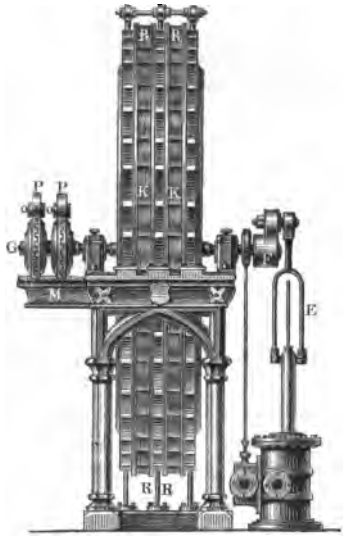
Die Maſchine von Holmes[1]) unterſcheidet ſich im Weſentlichen nur dadurch von der franzöſiſchen Maſchine, daß durch einen Commutator die Richtung der alternirenden inducirten Ströme gleich gemacht wird. Die Figuren 135 und 136 geben ein Bild dieſer Maſchinen.

Fig. 135.



Auf einem feſten gußeiſernen Geſtell ſind drei parallele, verticale, ringförmige Meſſingſtücke vermittelſt der ſeitlichen Streben *ss* befeſtigt. Auf dieſe ſind (je 22) Stahlmagnete (von je 6 Lamellen) in der Weiſe aufgeſchraubt, daß die Biegung der Magnete nach innen gekehrt iſt, ihre Pole ſich aber alle auf einer Cylinderfläche befinden. Die Magnete ſind ſo geſtellt, daß im Kreiſe herum je ein Nord- und ein Südpol auf einander folgen, und zugleich die Pole der parallel neben einander liegenden Magnete der beiden äußeren Scheiben gleichnamig, die entſprechenden Pole der Magnete der mittleren Scheibe aber die entgegengeſetzten von erſteren ſind. In der Mitte der drei Scheiben, welche die Magnete tragen, bewegt ſich in koniſchen Meſſinglagern eine Axe *G*, welche vermittelſt des Krummzapfens *F* mit der Kolbenſtange einer direct wirkenden kleinen Dampfmaſchine von etwa 5 Pferdekraft verbunden iſt. Auf der Axe *G* ſind vermittelſt je 6 Speichen *H* zwei Räder *R* von Gußeiſen befeſtigt, welche zwiſchen den die Magnete tragenden Scheiben laufen. Auf die Peripherie dieſer Räder ſind durch ſtarke

Fig. 136.



[1]) Vergl. auch The practical Mechanics Journal. July 1858.*

radiale Arme ringförmige Messingstücke aufgesetzt, welche an beiden Seiten aufgeworfene Ränder haben, und so rings um die Peripherie eine rinnenförmige Höhlung bilden. In diese Höhlung werden die Inductionsspiralen *K* hineingelegt, deren Axen der Drehungsaxe *G* parallel sind und in welche Eisenkerne eingeschoben werden. Diese gehen durch die Ränder der Messingrinnen hindurch, in welche sie fest eingeschraubt sind, und halten dadurch die Spiralen in ihrer Lage fest. Ihre Enden sind abgerundet und laufen bei der Drehung der Axe in unmittelbarer Nähe bei den Magnetpolen vorbei. Durch die besondere Stellung der Magnete ist bewirkt, daß stets ungleichnamige Magnetpole den beiden Enden der Eisenkerne gegenüber stehen. Die Spiralen sind mit einander so verbunden, daß die in ihnen inducirten Ströme sie alle in gleicher Richtung hinter einander durchfließen. Die beiden Enden der Drähte der verbundenen Spiralen sind an den Speichen *H* zur Axe *G* hingeführt und mit einem auf das Ende derselben aufgesetzten Commutator verbunden. Derselbe besteht aus zwei Rädern *M*, deren jedes aus zwei Messingscheiben zusammengesetzt ist, welche isolirt auf die Axe aufgeschoben und zahnförmig ausgeschnitten sind, so daß ihre Zähne in einander greifen, aber doch dabei durch eine isolirende Zwischenschicht von einander getrennt sind (vgl. Fig. 136). Auf diesen Rädern *M* schleifen Metallräder *p*, welche in gabelförmigen Haltern *o* laufen, die auf isolirenden Unterlagen auf dem Gestell *A* der Maschine befestigt sind und durch Kautschukbänder gegen die Commutatorräder *M* gedrückt werden. Von den Haltern *o* gehen die Leitungsdrähte zur elektrischen Lampe.

Mit dem Wechsel der Stromesrichtung in den Spiralen bei der Annäherung und Entfernung ihrer Eisenkerne von den Magnetpolen treten auch die Räder *p* von den Zähnen der einen zu denen der anderen Scheibe des Commutators über, und so bleibt in der Leitung zu der Lampe die Richtung des Stromes stets dieselbe.

Eine solche Maschine hat längere Zeit sehr constant den Leuchtthurm South foreland high light bei Dover beleuchtet. Die Helligkeit des Lichtes war so bedeutend, daß man es von hohen Punkten der gegenüberliegenden Küste von Frankreich wahrnehmen konnte.

Die in der elektrischen Lampe von der Construction von Duboscq oder Serrin (?) gebrauchten Kohlen waren je 10 Zoll lang und hatten $^1/_4$ Zoll im Quadrat, und brannten in etwa 3 Stunden ab. Die Kohlen waren auf Schlitten befestigt, so daß man nach dem Verbrennen der einen Kohlen schnell andere für dieselben einschieben konnte. Eine Geschwindigkeit von 85 Umdrehungen der Axe *G* in der Minute schien den günstigsten Effect zu erzielen.

Es mag dahin gestellt bleiben, ob durch die Anwendung des Commutators bei dieser Maschine ein Vortheil gegenüber der französischen Maschine ohne Commutator erreicht wird. Jedenfalls müßte der Commutator bei verschiedenen Umdrehungsgeschwindigkeiten der die Spiralen tragenden Räder verschieden gestellt werden, so daß die Umwechselung der Stromesrichtung genau in dem Moment geschieht, wo die Intensität der inducirten Ströme ein Minimum ist. Wäre dies nicht der Fall, so würde die ganze Elektricitätsmenge für die Erzeugung des elektrischen Lichtes verloren gehen, welche während des Ueberganges der Räder über die isolirende Zwischenschicht zwischen zwei auf einander folgenden Zähnen des Commutators inducirt wird. Bei einer kleineren Maschine des Herrn Holmes, welche

ich in dessen Werkstatt in Northfleet zu sehen Gelegenheit hatte [1]), war diese wesentliche Bedingung zur Erlangung des Maximumeffectes jedenfalls nicht vollständig erreicht, da auf dem Commutator beständig äußerst lebhafte Funken sprühten.

Ueber den Preis des elektrischen Lichtes kann man noch keine ganz bestimmten Angaben machen, da durchaus noch nicht feststeht, in welchem Verhältniß die Helligkeit des Lichtbogens zu der Intensität des ihn erzeugenden Stromes steht [2]). Jedenfalls nimmt dieselbe aber mit wachsender Stromintensität schneller zu, als das Quadrat der letzteren wächst, so daß eine Steigerung der Intensität sehr vortheilhaft ist. Wir müssen uns daher mit einigen speciellen Angaben begnügen.

Nach Bunsen kann eine Säule von 48 Bunsen'schen Elementen, in der in einer Stunde 300 Grm. Zink, 456 Grm. concentrirte Schwefelsäure, 508 Grm. Salpetersäure vom specif. Gewicht 1,306 verbraucht werden, in derselben Zeit einen Lichtbogen zeugen, dessen Helligkeit der von 576 Kerzen gleich ist.

E. Becquerel erhielt mit einer Säule von 60 Bunsen'schen Bechern (die Zinkcylinder derselben hatten 20 Centimeter Höhe, 8,5 Centimeter Durchmesser) folgende Resultate:

	Verbrauchte Zinkmenge pro Stunde	Helligkeit
Am Anfang der Schließung . . .	1,086 Kilogr.	506 Kerzen.
Zwei Stunden später	0,826 »	195 »

Die Zinkmenge wurde aus der ihr äquivalenten Menge Kupfer berechnet, welche aus einer gleichzeitig in den Stromkreis eingefügten Lösung von Kupfervitriol abgeschieden wurde.

Zunächst ersieht man die sehr bedeutende Abnahme der Helligkeit; dieselbe vermindert sich im Verhältniß von 1 : 0,385, während die Stromintensität nur im Verhältniß von 1 : 0,761 abnimmt.

Berechnet man mit Becquerel hiernach den Preis des Lichtes (1 Kilogr. Zink = 80 Centimes = 6,4 Silbergr.; 1 Kilogr. Schwefelsäure = 18 Centimes = 1,4 Silbergr.; 1 Kilogr. Salpetersäure = 56 Centimes = 4,5 Silbergr.) und zieht nur den wirklichen Verbrauch in der Säule in Betracht, sowie

---

[1]) Bei derselben wurden entgegen der oben gegebenen Beschreibung die Magnete um die Axe gedreht, die Spiralen lagen fest auf einem die Magnete umgebenden Cylindermantel. Nach einer gefälligen Mittheilung des Herrn Holmes waren 48 Magnete von je sechs Lamellen und 48 Pfund Gewicht angewendet, deren jeder 50 Pfund trug. Die Zahl der Spiralen betrug 160; die Länge des Drahtes einer jeden war 40 Fuß, die Dicke desselben $1/8$ Zoll. Indeß müssen sich natürlich je nach dem Widerstande der übrigen Leitung diese Verhältnisse ändern. Die weichen Eisenkerne der Spiralen wiegen je $1/50$ von dem Gewicht der Magnete, können aber schwerer sein, wenn der Stahl der Magnete sehr hart ist. Die zur Bewegung der Maschine erforderliche Kraft beträgt $1\frac{1}{2}$ bis 2 Pferdekraft; der Preis der Maschine (mit Dampfmaschine) ist etwa 800 Pfund Sterling.

[2]) Die bisher in dieser Beziehung angestellten Versuche siehe in meiner »Lehre vom Galvanismus ꝛc.«, Th. I. S. 660 u. folgde.

den Verbrauch an Kohlenstäben (1 Meter à 2 Frcs. 50 Centim. = 20 Silbergr.), so erhält man etwa folgende Werthe:

	Helligkeit	Preis des Lichtes pro Stunde	Mittlerer Preis der Helligkeit von 350 Kerzen pro Stunde
Am Anfang des Versuches	506 Kerzen	2 Frcs. 84 Centim.	1 Frc. 96 Centim.
Nach zwei Stunden . . .	195 »	2 » 16. »	3 » 88 »
		Mittel	2 Frcs. 92 Centim. ($23^1/_3$ Silbergr.)

Da man indeß die in der Säule sich verdünnende Salpetersäure, welche stets die bedeutendste Ausgabe verursacht, nach längerem Gebrauch nicht mehr in der Säule selbst verwenden und auch anderweitig kaum verwerthen kann, da das zur Amalgamation der Zinkcylinder verbrauchte Quecksilber sehr kostbar ist, da der Apparat selbst sich abnutzt, und man eines Wärters für denselben bedarf, so stellt sich der Preis des Lichtes sehr viel höher.

Wollte man dasselbe Licht durch Leuchtgas (1 Cubikmeter = 15 Centimes = 1 Silbergr.) oder Stearinkerzen (1 Kilogr. = 3 Frcs. 60 Centimen = 28,8 Silbergr.) erzeugen, so würde es resp. 1,60 Frcs. (12,8 Silbergr.) und 13,1 Frcs. (4 Thlr. 9 Silbergr.) kosten.

Der Preis der Apparate zur Erzeugung eines für technische Zwecke (bei öffentlichen Bauten) brauchbaren elektrischen Lichtes würde etwa betragen:

Die elektrische Lampe von Duboscq	250 Frcs.
60 bis 75 Bunsen'sche Elemente mit innerer Kohle (à 5 Frcs.)	375 »
Die übrigen Apparate zur Leitung, Aufstellung der Säule	125 »
	750 Frcs. = 200 Thlr.

Sehr viel billiger stellt sich das elektrische Licht bei Anwendung der magnetelektrischen Maschinen, da der unmittelbare Preis eines Lichtes, welches an Helligkeit 1300 Kerzen gleich sein soll, pro Stunde nur 20 Centimes (1,6 Silbergr.) betragen sollte, wobei denn freilich die Unterhaltungskosten der Apparate, der Lohn der Beamten u. s. f. nicht mitgerechnet sind.

Da Herr du Moncel gefunden hat, daß bei Anwendung von drei elektrischen Lampen, welche hinter einander in den Schließungskreis des Stromes der Maschine der Alliance-Gesellschaft eingefügt werden, die gesammte Helligkeit der drei Lichtbogen viel größer ist, als die eines einzelnen Lichtbogens bei Einschaltung einer Lampe, so ist bei gehöriger Abänderung der Leitungen jedenfalls das Licht noch billiger herzustellen.

Um dieses mit Erfolg zu unternehmen, müßte man aber zunächst genauere Untersuchungen über den Widerstand und die Helligkeit des Lichtbogens bei verschiedener Länge und verschiedenem Querschnitt desselben und bei verschiedener Intensität der ihn erzeugenden Ströme anstellen.

Die Anwendung des elektrischen Lichtes ist bisher nur eine sehr beschränkte geblieben. Es ist dasselbe namentlich in den Fällen verwendet worden, in denen man einer einzelnen sehr hellen Lichtquelle an einer bestimmten Stelle bedarf. Vor Allem würde es daher brauchbar sein bei der Beleuchtung der Leuchtthürme. Bei vielen Leuchtthürmen wird das Licht durch Hohlspiegel oder Systeme von (Fresnel'schen) Linsen auf das Meer hinaus geworfen. Diese Apparate sind aber in der Weise berechnet, daß man die Lichtquelle als in einem einzelnen Punkt concentrirt betrachtet. Das Licht des elektrischen Lichtbogens kommt dieser Bedingung viel näher, als die Beleuchtung mit Oellampen, deren man sehr viele anwenden müßte, um dieselbe Helligkeit zu erzielen, wie die des Lichtbogens.

Durch die Anwendung der magnet-elektrischen Maschinen, welche das Licht nicht nur bei Weitem billiger und constanter liefern, als man es bei Anwendung einer galvanischen Säule erhält, sondern auch viel weniger Aufmerksamkeit zur Instandhaltung erfordern, als letztere, hat man einen sehr bedeutenden Schritt zur wirklichen Einführung des Gebrauches des elektrischen Lichtes zu diesen Zwecken gethan. Die Versuche, welche man mehrere Monate hindurch in dem Leuchtthurm South foreland high light mit der Maschine des Herrn Holmes angestellt hat, sind äußerst günstig ausgefallen.

In gleicher Weise würde sich eine elektrische Lampe, die durch den Strom einer magnet-elektrischen Maschine entzündet wird, vortrefflich zur Beleuchtung von größeren Dampfschiffen eignen, und dadurch die Gefahr der allzuhäufigen Zusammenstöße zweier Schiffe wesentlich vermindert werden.

Außerdem ist das elektrische Licht schon häufig bei der Ausführung öffentlicher Bauten zur Beleuchtung während der Nachtstunden verwendet worden; so z. B. bei dem Bau der Docks Napoleon, der Renovirung der Cathedrale von Notre Dame in Paris u. s. f. Man hat sich bei diesen Arbeiten meist zweier Lampen von Duboscq bedient, um bei Störungen des regelmäßigen Ganges der einen sogleich die andere an ihre Stelle setzen zu können (was bei der Verbesserung der Regulatoren kaum noch nöthig wäre), und hat den Lichtbogen durch eine Säule von etwa 75 Bunsen'schen Elementen (mit innerer Kohle) erzeugt.

Auch hier würde bei wiederholtem Gebrauch die Anwendung der Magnetelektristrmaschinen sehr praktisch sein, wenn das Capital zur Anschaffung derselben nicht zu hoch ist, und man die sie bewegende Dampfmaschine aufstellen kann. In größeren Städten, in denen Gasbeleuchtung eingeführt ist, würden vielleicht die neuerdings construirten Gasmaschinen von Lenoir an Stelle der Dampfmaschine zur Verwendung kommen können.

Auch für die allnächtlich wiederholte Beleuchtung von größeren und etwas hohen Fabriksälen, in deren Nähe sich fast stets eine Bewegungsmaschine vorfindet, die die magnet-elektrische Maschine bewegen könnte, würde das elektrische Licht noch zur Anwendung kommen können. So ist dasselbe längere Zeit in den Werkstätten von Creuzot benutzt worden. Zweckmäßig würde man hierbei, ähnlich wie es jetzt häufiger in England bei der Beleuchtung großer Räume durch Gas geschieht, die elektrische Lampe ganz oben in der Mitte der Decke des Locales anbringen, das Licht durch einen Hohlspiegel nach unten leiten und durch eine unterhalb befestigte matte Glasglocke diffundiren.

Bei der Beleuchtung von Gesellschaftslocalen, Ballsälen u. s. f. durch das elektrische Licht ist der Mangel an Stetigkeit und der sehr bläuliche Farbenton desselben nachtheilig, welcher auf die Gesichter einen fahlen Schein wirft. Man müßte auch hier das Licht durch matte und schwach röthlich gefärbte Gläser gehen lassen. Indeß würde man an solchen Orten nicht gern den Schmuck der mit vielen Flammen gezierten Kronenleuchter entbehren.

Eine andere werthvolle Anwendung des elektrischen Lichtes wäre die für Arbeiten unter dem Wasser. Man kann die elektrischen Lampen, welche wie die von Serrin angegebene sich ganz selbständig reguliren, in eine Glasglocke einschließen und mit den in Guttapercha eingehüllten Leitungsdrähten in beliebige Tiefen des Wassers versenken. Auf diese Weise kann man schadhafte Stellen an dem Kupferbeschlag der Schiffe leicht auffinden und bei Arbeiten in der Taucherglocke den Boden des Wassers hell beleuchten. — Ein Versuch, durch eine in das Meer versenkte elektrische Lampe die Fische in ein Fischnetz hineinzulocken, scheint gerade das entgegengesetzte Resultat zur Folge gehabt zu haben.

Endlich hat man, jedoch mit geringerem Erfolge, versucht, das elektrische Licht zur Beleuchtung der Straßen und öffentlichen Plätze zu verwenden. Auf größeren Plätzen würde eine elektrische Lampe in der Mitte auf eine höhere Säule aufgestellt und ihr Licht vermittelst eines Hohlspiegels durch eine matte Glasglocke nach allen Seiten diffundirt werden. Indeß stört hier sehr bedeutend der Umstand, daß die Beleuchtung der einzelnen Gegenstände mit dem Quadrat der Entfernung von der Lichtquelle abnimmt. Um daher das Licht möglichst gleichmäßig zu verbreiten, müßte die elektrische Lampe sehr hoch angebracht werden, und man würde dadurch wiederum bedeutend an Helligkeit verlieren. Dasselbe gilt noch mehr von der Beleuchtung längerer Straßen, in denen das Licht ihrer ganzen Länge nach, wie bei der Gasbeleuchtung, möglichst gleichmäßig vertheilt sein muß.

Man hat sich deshalb bemüht, an Stelle eines sehr hellen elektrischen Lichtbogens deren viele schwächer leuchtende durch die Straßen zu verbreiten.

Es nimmt indeß die Helligkeit des Lichtbogens sehr bedeutend viel schneller zu, als die Intensität des sie erzeugenden Stromes. Wenn man daher an Stelle eines Lichtbogens von der Helligkeit a, der durch einen Strom von der Intensität i erzeugt wird, n Lichtbogen von der Helligkeit a/n setzen wollte, deren jeder durch einen besonderen Strom hervorgerufen wäre, so müßte man zur Erzeugung eines jeden dieser Bogen einen Strom verwenden, dessen Intensität weitaus größer wäre als i/n. Der Preis der Beleuchtung würde sich dadurch sehr viel höher stellen.

Wollte man alle Lichtbogen in dem Schließungskreis desselben stromerregenden Apparates erzeugen, so würde man wohl durch die Anwendung der sich selbst regulirenden Lampen vermeiden, daß beim zufälligen Erlöschen eines Lichtbogens auch die anderen durch denselben Strom erzeugten Bogen dauernd mit ihm erlöschen, sondern sie würden sich in fast unmerklich kurzer Zeit wieder herstellen. Indeß erfordert doch die Beaufsichtigung der vielen elektrischen Lampen eine unverhältnißmäßig große Aufmerksamkeit, und das Licht würde nicht die gehörige Stetigkeit besitzen. Ferner würde man bei der Ausschaltung der einen oder anderen Lampe stets an ihrer Stelle in den Schließungskreis einen ihrem inneren Wider-

stand gleichen Widerstand einfügen müssen, damit die Intensität des Stromes dieselbe und die Helligkeit der übrigen Lichtbogen unverändert bliebe.

Diese Umstände haben es wenigstens bis jetzt noch nicht als praktisch erscheinen lassen, die Gasbeleuchtung durch elektrische Beleuchtung zu ersetzen [1]).

Die allerersten von Longet, Bousſingault und de la Rive gemachten Vorschläge zur Anwendung des elektrischen Lichtes, die Bergwerke mit demselben zu beleuchten, da man dasselbe in geschlossene Glaskugeln einschließen und so die Gefahr der Explosion der schlagenden Wetter beseitigen könnte, scheinen nicht in Ausführung gekommen zu sein, wohl aus denselben Gründen, die wir soeben in Betreff der Beleuchtung der Straßen angeführt haben. Deshalb hat Grove vorgeschlagen, lieber den Strom durch eine Reihe von Platinspiralen zu leiten, welche, in Glaskugeln eingeschlossen, in dem Bergwerke vertheilt wären und durch den Strom glühend würden. Bei schwächeren Strömen würde das Licht derselben aber wohl kaum hinreichend hell sein, bei stärkeren stets ein Abschmelzen der Platindrähte zu befürchten sein.

Daß man in neuerer Zeit bei öffentlichen Darstellungen von Nebelbildern, von mikroskopischen Objecten, Chromatropen u. s. f. mit gutem Erfolg versucht hat, das Drummond'sche Kalklicht in dem Hydrooxygengasmikroskop durch das elektrische Licht zu ersetzen, ist hinlänglich bekannt. Leider lassen sich noch immer nicht ganz vollständig alle Unregelmäßigkeiten im Abbrennen der Kohlen vermeiden, wodurch leicht eine störende Schwankung in der Helligkeit der Bilder bedingt wird.

---

[1]) Vergl. indeß die Vorschläge von E. Wartmann. Archiv. de l'El. T. XX, p. 282. 1852.*

Gasbeleuchtung.

Geschichtliches. Die Entdeckung, brennbares Gas durch trockene De- 124
stillation von Steinkohlen darzustellen und zur Beleuchtung zu benutzen, knüpft sich unstreitig an einige englische Namen. Nach Allem, was wir von der Geschichte der Gasbeleuchtung wissen, scheint eine Naturerscheinung den Gedanken der künstlichen Erzeugung leuchtenden Gases hervorgerufen zu haben. In den „Philosophical transactions“ des Jahres 1667 findet sich eine Abhandlung von Shirley über eine brennende Quelle in den Kohlenbergwerken von Wigan in Lancashire. Der Verfasser setzt auseinander, daß nicht das Wasser der Quelle, sondern das mit demselben gemengte Gas die Eigenschaft der Brennbarkeit habe, und daß dessen Ursprung auf die benachbarten Kohlenlager zurückgeführt werden müsse. Ein erst im Jahre 1739 zu Tage gekommenes anderes Actenstück beweist, daß gleichzeitig mit Shirley Dr. Clayton sich mit derselben Sache beschäftigt und zugleich sich bestrebt hat, aus Kohlen ein leuchtendes Gas darzustellen. In den Verhandlungen der königlich großbritannischen Gesellschaft vom Jahre 1739 erscheint nämlich ein Brief Dr. Clayton's an Robert Boyle, der schon 1691 gestorben war, in welchem der Verfasser dieselbe Meinung wie Shirley ausspricht, ferner aber erzählt, daß er aus den gleichen Wigankohlen durch Erhitzen in einer Retorte Theer und einen »flüchtigen Geist« erhalten habe, den er nicht verdichten konnte und von dem er beobachtete, daß er brennbar sei. Er berichtet, daß dieses Gas sich in Thierblasen aufbewahren lasse, daß aber seine Brennbarkeit abnehme, wenn die Blase nicht eine dicke Ochsenblase sei. Es war also damals schon die Diffundirbarkeit der Gase durch derartige Membranen beobachtet worden. Vor der Zeit der Auffindung von Dr. Clayton's Brief an Boyle, nämlich im Jahre 1726, beschrieb Dr. Hales in seiner Pflanzenstatik folgenden Versuch. Er habe durch Destillation von 158 Grain Newcastlekohlen 180 Cubikzoll Gas erhalten, die 51 Grain wogen. Dies Resultat stimmt ziemlich gut mit den heutzutage aus der gleichen Steinkohle gewonnenen Quantitäten. Obschon hier-

mit der erste nothwendige und große Schritt zur Entdeckung gethan war, so trat die Sache doch mehr als ein ganzes Jahrhundert lang nicht aus dem bezeichneten Stadium. Es war zwar 1767 von Dr. Watson, Bischof von Llandaff, im zweiten Bande seiner »Chemischen Untersuchungen« veröffentlicht worden, daß das Kohlengas beim Hindurchleiten durch Wasser nicht an Leuchtkraft verliere. Wer die heute gebräuchlichen Mittel der Gasleitung, der Gasaufbewahrung und des Reinigens überschauen kann, dem kann nicht entgehen, von wie großer Wichtigkeit die Entscheidung dieser Vorfrage sein mußte. Erst im Jahre 1790 wurde durch William Murdoch, früher in Truro in Cornwallis wohnend, später Theilnehmer der Fabrik von Boulton und Watt in Soho, der Entdeckung eine praktische Seite abgewonnen. Vielleicht hatte derselbe nicht einmal Kenntniß von den Versuchen Clayton's. Im Jahre 1792 beleuchtete Murdoch sein eigenes Haus zu Redruth mit Gas, er destillirte die Kohlen in eisernen Retorten und leitete das Gas durch verzinnte Eisen- und Kupferröhren in Entfernungen von 70 Fuß.

Er transportirte Leuchtgas in Thierblasen oder in Leder- oder gefirnißten Seidesäcken; er untersuchte mehrere Kohlenarten auf die Menge und Güte des Gases, versuchte dessen Reinigung durch Wasser und construirte mehrere Arten von Brennern. Im Jahre 1798 beleuchtete er bereits einen Theil der großen Fabrikgebäude in Soho, und zur Feier des Friedens von Amiens 1802 waren diese Gebäude mit Gasflammen illuminirt. Zwischen die Jahre 1802 und 1805 fällt dessen Unternehmen der Gasbeleuchtungseinrichtungen der damals größten Baumwollspinnerei in England, derjenigen von Phillipps und Lee. In einer Abhandlung, die 1805 erschien, beschreibt er die Gasbereitung, die Art des Ansammelns in Gashaltern, in welchen auch das Reinigen vorgenommen wurde, so wie die verschiedenen von ihm gebrauchten Brenner. Es liegen ferner Kostenberechnungen von ihm vor, in welchen dargethan wird, daß die Beleuchtung mit Gas vor derjenigen mit Kerzen große Vortheile biete.

Es erstreckten sich eine Reihe der Versuche Murdoch's endlich auf die Herstellung zweckmäßiger Formen für die Retorten. Anfänglich hatte er stehende eingeführt, an welchen einige Nebenapparate zum Ausziehen der Cokes angebracht waren; später ersetzte er jene durch geneigte und zuletzt kam er zu horizontalen Retorten, denjenigen ähnlich, die noch heute gebräuchlich sind.

Die Erfolge Murdoch's bei seiner Beleuchtung der großen Spinnereien in Lancashire entzündeten den Eifer anderer fähiger und unternehmender Köpfe, wie des Chemikers Dr. Henry in Manchester und des Mechanikers Clegg. Es kann nicht bestritten werden, daß namentlich letzterer die glücklichsten Ideen über die Construction der Apparate hatte und ausführte, so daß in sehr wesentlichen Partien der heute gebräuchlichen Einrichtungen beinahe Alles genau so blieb, wie er es vor etwa einem halben Jahrhundert angab.

Clegg soll sogar nach den Angaben seines Sohnes eine andere Spinnerei in Sowerby-bridge noch um vierzehn Tage früher mit Gas beleuchtet haben, als die erste fertig war, die Murdoch mit Gas versah. Einige Andeutungen werden genügen, um zu zeigen, wie Vieles ihm die Erfindung zu verdanken hat. Er legte besondere Reiniger an, erkennend, daß das Reinigen in den Gashaltern un-

genügend und für das Bedürfniß des Auswechſels der Reinigungsflüſſigkeit unbequem ſei; er führte die naſſe Kalkreinigung ein; die Vorlage, oder auch von unſeren Gasingenieuren zuweilen »Hydraulik« genannte Sammelröhre mit Theerabſperrung iſt ſeine Erfindung, die Art der Befeſtigung der Gasentwickelungsröhren an den Retortenköpfen, und die Druckregulirvorrichtungen ſind ihm zuzuſchreiben, und endlich hat er den Gashalter, »Gaſometer«, in der noch heute gebräuchlichen, ſchwerlich jemals weſentlichen Veränderungen unterliegenden Form hergeſtellt. Es fehlt in den Jahren von 1808 an nicht an ingeniöſen und praktiſchen Vorſchlägen zur Verbeſſerung der Gasbereitungs- und Leitungseinrichtungen, allein man hat doch Zweierlei zuzugeſtehen: erſtens daß die größten Schwierigkeiten damals ſchon beſeitiget waren und daß eine Unzahl unbrauchbarer Ideen alljährlich auftauchten.

Die Geſchichte des Gasbeleuchtungsweſens hatte nach den genannten erſten Erfolgen vorerſt mehr den Gang der Eroberung nach außen, als der inneren Ausbildung der Einzelnheiten zu machen. Lauter als die Ankündigungen und öffentlichen Vorträge einiger heißblütiger Apoſtel, wie die eines Winſor, ſprachen die natürlichen Vortheile der neuen Beleuchtungsart für deren Ausbreitung. Es galt zunächſt die Einführung des Gaſes für die öffentlichen Beleuchtungszwecke. Im Jahre 1809 wurde die privilegirte Gasbeleuchtungscompagnie für die Beleuchtung von London und Weſtminſter gegründet, die angeſtellten Ingenieure Winſor, Accum und Hargreaves ſcheinen jedoch der Aufgabe nur unvollkommen nachgekommen zu ſein, und die Ausführung der ſehr bedeutenden Gaswerke wurde Clegg übertragen. Im Jahre 1813 war zum erſten Male die Weſtminſterbrücke beleuchtet. In Paris wurde die öffentliche Beleuchtung im Jahre 1815 durch Winſor eingeführt. Die Periode von 1815 bis 1824 iſt eine der ergiebigſten an Erfindungen, die mit der Gasbeleuchtung im Zuſammenhange ſtehen. Es fällt in dieſelbe (1815) das Patent von John Taylor, Leuchtgas aus Oel zu bereiten; die Städte Liverpool, Briſtol und Hull führten dieſe Beleuchtungsart ein. Trotz der Vorzüglichkeit des Gaſes (das frei von Schwefelwaſſerſtoff war) wurden ſämmtliche Oelgasfabriken aus ökonomiſchen Gründen allmälig in Kohlengaswerke umgewandelt.

Das transportable Gas oder comprimirte Gas ſtammt aus dem Jahre 1819, in welchem David Gordon ein Patent für deſſen Erzeugung nahm. Auch das Harzgas wurde ungefähr zur nämlichen Zeit von Profeſſor Daniell erfunden, und daſſelbe hat ſich an einigen Orten, auf dem Continent namentlich, ziemlich lange erhalten.

Nach dem Beiſpiel Englands nahm in den verſchiedenen Ländern des europäiſchen Feſtlandes ſeither die Einführung des Leuchtgaſes fortwährend zu. Die Preiſe des Gaſes ſind namentlich in Großbritannien weſentlich niedriger geworden, als ſie noch im vorigen Jahrzehent ſtanden. Es iſt zum Schluſſe die Einführung des Holzgaſes in vielen Städten Europas zu notiren, für deſſen Reinigung und Brauchbarmachung zu einer mit Steinkohlengas concurrenzfähigen Beleuchtung namentlich M. Pettenkofer in München ſich weſentliches Verdienſt erwarb. Die Wiederaufnahme der früher ſchon von Anderen gemachten, aber für fruchtlos er-

klärten Versuche, aus Holz Leuchtgas darzustellen, durch Pettenkofer, fällt in den Anfang des vorigen Jahrzehents.

Steinkohlengasbeleuchtung.

125 **Rohmaterial.** Unter den fossilen Brennmaterialien, die in der Technologie der Heizung ausführlicher zu besprechen sein werden, sind es vorwiegend die eigentlichen Steinkohlen, die man auch unter dem Namen Schwarzkohle unterscheidet, welche zur Gasbereitung dienen. Die jüngeren Kohlengebilde, wie die »Braunkohle« oder der »Lignit«, werden nur ausnahmsweise und schwerlich mit Vortheil zu diesem Behufe gebraucht. Es ist ganz ausgeschlossen von jeder Anwendung zur Fabrikation von Leuchtgas die älteste Steinkohle, der Anthracit. Nach dem gewöhnlichen Sprachgebrauch wird auch die Kannelkohle und die Bogheadkohle den eigentlichen Steinkohlen beigezählt. Wenn jedoch unter letzteren ein Gebilde verstanden wird, das seiner Hauptmasse nach aus chemisch veränderten, aber dem Bau nach größtentheils erhaltenen Vegetabilien besteht, so darf die Bogheadkohle hierzu nicht gerechnet werden. Diese ist vielmehr als ein mit bituminöser Substanz reichlich getränktes Gestein anzusehen, in welchem nur selten Andeutungen von Pflanzenzellenstructur zu erkennen ist, das sich ferner durch den braunen Strich und den viel größeren Aschengehalt von der Steinkohle unterscheidet. Die Tauglichkeit und Ausgiebigkeit einer Steinkohle zum Gasbereiten wird am passendsten durch einen Destillationsversuch entschieden, indessen hat sich in der Meinung der Techniker noch ein anderes Merkmal festgestellt, das der Erwähnung werth ist. Bei der trockenen Destillation der Steinkohlen beobachtet man, daß der Rückstand (Cokes) in seinem Aussehen und anderen Eigenschaften wechsle, je nach der Art der Kohle, die man dem Proceß unterwarf. Gewisse Kohlen blähen sich bei der Destillation etwas auf und die Cokes, welche sie zurücklassen, bilden eine zu größeren Stücken vereinigte Masse. Man nennt diese »backende Kohlen«. Andere Kohlen zeigen nach der Destillation keine Spur von Schmelzung, waren sie in Pulvergestalt dem Proceß unterworfen worden, so behalten sie diese bei. Man nennt derartige Kohlen »Sandkohlen«. Zwischen beiden liegt Kohle, die wenig zusammenbackt und deren Volumen durch Erhitzung nicht zunimmt, sie heißt »Sinterkohle«. Nach der Annahme der Gasingenieure eignen sich vorzugsweise die backenden Kohlen zur Gasbereitung. Es ist zwar richtig, daß vielen backenden Steinkohlen ein beträchtlicher Wasserstoffgehalt zukommt, und von dessen Vorhandensein und Menge hängt ja doch die Möglichkeit der Gasgewinnung und die Ausbeute ab — allein auf der anderen Seite giebt es Steinkohlen mit verhältnißmäßig geringerem Wasserstoffgehalt, die ebenfalls zu den backenden gehören. Das Merkmal ist daher ein nicht untrügliches.

In dem Abschnitt von der Heizung wird die chemische Constitution der Steinkohlen durch Zusammenstellung größerer Reihen der besseren Analysen genauer erläutert werden. Hier können wir uns auf einige charakteristische Beispiele beschränken, um das Verständniß des Zusammenhanges zwischen Rohstoff und den Producten herzustellen.

Art (Fundort) der Kohle.	Analysirt von	Kohlenstoff Procent.	Wasserstoff Procent.	Sauerstoff Procent.	Stickstoff Procent.	Asche Procent.	
Wigancannelkohle .	F. Baur	80,07	5,53	7,90	2,05	2,07	
Cannelkohle v. Edinburg	Richardson	67,597	5,405	12,432		14,566	
Cannelkohle von Lancashire	Regnault	83,75	5,66	8,04		2,55	
Boghead-Cannelkohle (Torbane) . . .	Russel	65,34	9,12	5,46	0,71	18,68	0,54 Wasser 0,15 Schwefel
Rive de Gier (Grube Cinnetier) . . .	Regnault	82,04	5,27	9,12		3,57	Backende Cokes
Saarkohle (Duttweiler)	Heintz u. Baer	83,63	5,19	9,06	0,60	1,52	
Newcastlekohle . .	Heintz u. Baer	76,87	4,99	10,13	1,86	6,15	
Anthracit (v. Swansea)	Regnault	90,45	2,43	2,55		4,67	Cokes, sandig.
Anthracit v. Lamure (Isère)	Regnault	89,77	1,67	3,99		4,57	
Lignit vom Meißner (Hessen)	Regnault	71,71	4,85	21,67		1,77	

Beschaffenheit der gasförmigen Destillationsproducte. Lassen 126
wir vorläufig dahingestellt, wie groß die Menge der gasförmigen Producte ist, die durchschnittlich von den verschiedenen Steinkohlenarten gewonnen wird. Es ist oben (Seite 92) bei der Betrachtung der flüchtigen Destillationsproducte, die zu Beleuchtungszwecken dienen, sowie in der Einleitung, die vom Wesen der Flamme handelt, angegeben worden, daß sich und im Allgemeinen auch welche gasförmige Körper bei der trocknen Destillation organischer oder fossiler Brennmaterialien entwickeln. Die flüchtigen und in den Leitungs- und Reinigungsapparaten nicht zur Verdichtung kommenden Producte sind theils eigentliche Gase, theils Dämpfe. Sie lassen sich sämmtlich eintheilen in nichtbrennbare und brennbare Körper, und letztere wieder in hellleuchtende und solche, die ohne eine hinlänglich helle, zur Beleuchtung an und für sich brauchbare Flamme brennen. Zu den ersteren gehören Sauerstoff, Stickstoff, Kohlensäure und Wasserdämpfe, ferner die in immer nur geringer Menge vorkommenden: schweflige Säure und Ammoniakdämpfe. Unter den brennbaren haben der Wasserstoff, das Kohlenoxyd und der leichte Kohlenwasserstoff (das Gruben- oder Sumpfgas) nur sehr geringe Leuchtkraft. Es kommen ferner in den noch nicht gereinigten Gasmengen zuweilen Schwefelwasserstoff,

Schwefelkohlenstoff und Cyangas vor, von welchen das Nämliche zu sagen ist. Durch größere Leuchtkraft zeichnen sich das Elaylgas, C_4H_4, und das Ditetrylgas, C_8H_8, aus. Unter den dampfförmigen, dem Leuchtgas beigemengten Stoffen sind besonders die von der allgemeinen Formel C_nH_n, einige aus der Benzolreihe C_nH_{n-6} und vielleicht noch andere der Menge nach untergeordnete zu zählen, wie deren mehrere bei der Aufzählung der Theerbestandtheile genannt sind.

Ueberlegt man, daß mehrere der genannten gas- oder dampfförmigen Körper in höherer Temperatur zerlegt werden, wie z. B. das Elaylgas in leichten Kohlenwasserstoff oder Wasserstoff einerseits und Kohlenstoff oder ein theerartiges Product andererseits, so begreift es sich leicht, daß ein durch Destillation aus einer und derselben Steinkohlenart gewonnenes Leuchtgas in Qualität und dem relativen Verhältnisse der einzelnen Bestandtheile sehr abweichende Eigenschaften haben kann, je nach der Temperatur, bei der es erzeugt worden. Es wird von diesem Einfluß der Temperatur auf die Beschaffenheit des Gases später noch die Rede sein. Hier mögen die Resultate der Analyse einiger Leuchtgase aus Steinkohlen Platz finden, um an diesen Beispielen die Rolle der einzelnen Bestandtheile erläutern zu können. Die Gase, welche der Untersuchung unterworfen wurden, waren gereinigte.

Art des Gases.	Analysirt von	Elaylgas.	Ditetrylgas.	Grubengas.	Wasserstoffgas.	Kohlenoxyd.	Sauerstoff.	Stickstoff.	Kohlensäure.
Steinkohlengas aus der Gasfabrik in Heidelberg . . .	Landolt	4,13	3,14	88,40	44,00	5,73	0,00	4,23	0,37
Wigancannelkohlegas	Frankland	Elaylgas und Homologe 10,81		41,99	35,94	10,07	Spuren		1,19
Bogheadcannelkohlegas	„	24,50		58,38	10,54	0,58	—	—	0,00

Es ist zu diesen Analysen zu bemerken, daß auf die dampfförmigen verdichtbaren Körper, Benzin, Naphtalin u. s. w., die sich in sämmtlichen aus Steinkohlen bereiteten Gasarten auffinden lassen, keine Rücksicht genommen ist.

Man ersieht auf den ersten Blick aus diesen Analysen, daß die nicht brennbaren Gase in untergeordnetem Verhältniß vorhanden sind. Es ist zwar Stickstoff und Sauerstoff in gereinigtem Leuchtgas zuweilen in größerer Menge gefunden worden, als in den vorliegenden Gasproben, und die Kohlensäure tritt in weniger gut gereinigten Gasen häufig auch in ziemlich stärkerem Verhältnisse auf, indessen sind diese Gase, wenigstens im Leuchtgas aus Steinkohlen, wie aus deren Zusammensetzung sich ergiebt, immer nur in geringerem Verhältniß zu erwarten.

Bei weitem in ſtärkſter Menge findet ſich die Gruppe der zwar brennbaren, aber wenig leuchtenden Gaſe repräſentirt, aber unter dieſen in geringſter Menge das Kohlenoxyd. Wäre die leuchtende Eigenſchaft des Steinkohlengaſes lediglich den beiden als ſtarkleuchtend bekannten Gaſen, dem Elayl- und Ditetryl- oder Butylengas zuzuſchreiben, ſo müßten ſämmtliche übrigen Gaſe als ſchädliche Beimengungen angeſehen werden. Sie haben jedoch, wenigſtens ein Theil derſelben, einen ganz wichtigen und vortheilhaften Einfluß.

Es iſt ſchon angeführt worden, daß Dämpfe ſowohl flüſſiger als ſtarrer aus Kohlenſtoff und Waſſerſtoff beſtehender Körper in den zum Beleuchten dienenden Gasgemengen enthalten ſind. Nehmen wir einen dieſer Körper heraus, das Benzol oder Benzin, von welchem dargethan iſt, daß es ſich im Steinkohlengas findet, um an ſeinem Verhalten die Rolle der nicht oder wenig leuchtenden Gasarten darzuthun. Wird Benzindampf angezündet, ſo erhält man eine zwar ſtark leuchtende, aber leicht dem Rußen ausgeſetzte Flamme. In noch höherem Maße iſt dies der Fall bei dem Dampfe des Naphtalin, eines noch kohlenſtoffreicheren Körpers als das Benzin. Werden aber ſolche Dämpfe mit Waſſerſtoffgas gemiſcht und entzündet, ſo iſt die Unannehmlichkeit des Rußens beſeitigt.

Wird durch flüſſiges Benzin ein Strom irgend eines Gaſes geleitet, ſo wird eine größere oder geringere Menge deſſelben von dem Gaſe aufgenommen. Wie es mit dem in der atmoſphäriſchen Luft vertheilten Waſſerdampf der Fall iſt, wird der Dampf des Benzin in dem Gaſe aufgelöſt bleiben, bis daſſelbe unter die Temperatur abgekühlt wird, bei welcher es mit Benzindampf geſättigt iſt. Ganz Aehnliches erfolgt, wenn ein Gas z. B. mit Naphtalindampf in Berührung kommt; daſſelbe nimmt eine gewiſſe Menge Naphtalin auf und behält daſſelbe, obgleich ſeine eigene Verdampfungstemperatur ſehr hoch liegt, aufgelöſt, bis Umſtände eintreten, unter welchen das Gas mit Naphtalin überſättigt iſt. Die Eigenſchaft, Dämpfe leuchtender bei gewöhnlicher Temperatur feſter oder flüſſiger Kohlenwaſſerſtoffe aufzunehmen, kommt allen Gaſen, wenn auch vielleicht in ungleichem Grade, zu, und aus dieſem Verhalten leitet ſich der vortheilhafte Einfluß der nicht leuchtenden Gaſe ab.

Ehe wir unterſuchen, welchem der ſchwach leuchtenden Gaſe der Vorzug zu geben ſei, haben wir einen Blick auf die Rolle der nicht leuchtenden Gaſe, alſo des Stickſtoffs, Sauerſtoffs und der Kohlenſäure, zu werfen und zu fragen, ob ihnen die gleichen Vorzüge zugeſtanden werden müſſen, wie den wenig leuchtenden. Gewiß nehmen auch ſie Dämpfe der mehrfach erwähnten Kohlenwaſſerſtoffe auf. Denken wir uns aber z. B. den Stickſtoff als Träger ſolcher Dämpfe, ſo wird begreiflich beim Verbrennen des Gemiſches der Stickſtoff abkühlend wirken müſſen, da er, ſelbſt nicht brennbar, die brennbaren Theile verdünnt. Er muß auf die Verbrennungstemperatur des brennbaren Theils des Gemiſches, alſo der kohlenſtoffhaltigen Dämpfe, gebracht werden, wenn nicht die Gefahr des Erlöſchens eintreten ſoll. Nur dann alſo, wenn das Gemenge reich an brennbaren Dämpfen iſt, wird die ſchädliche Nebenwirkung des nicht brennbaren Gaſes aufgehoben werden.

Ein anderes Verhältniß tritt ein, wenn wir Sauerſtoff als Auflöſungsmittel eines brennbaren dampfförmigen Kohlenwaſſerſtoffs annehmen. Der Sauerſtoff

iſt zwar auch nicht brennbar, aber, wie bekannt, ein dem Verbrennungsproceß ganz nothwendiges Element. Sauerſtoff mit brennbaren Gaſen oder Dämpfen innig gemengt wird die Wirkung hervorbringen, daß die letzteren viel energiſcher und durch die ganze Maſſe hindurch verbrennen, während ſie, unvermiſcht, mehr nur an der Außenſeite des Gasſtromes verbrennen, im Innern aber eine kurze Zeit lang weiß glühen und dadurch (ſiehe Einleitung: das Weſen der Flamme) Kohlenſtoff abſcheiden, der, ebenfalls glühend, die Haupturſache des Leuchtens iſt.

Mit einem Worte, die Beimiſchung des Sauerſtoffs kann der Lichtentwickelung nur ſchaden, die Hitzeentwickelung wird aber erhöht werden.

Ueber den Vorſchlag: atmoſphäriſche Luft, mit Benzoldampf geſättigt, als Beleuchtungsmittel zu gebrauchen, ſei hier nur das geſagt, daß zum Brennen deſſelben weite Brennermündungen und ein langſamer Gasſtrom nöthig ſind. Die Flamme aus engen Mündungen iſt ſehr klein und von ganz unbedeutender Leuchtkraft, durch ſchnelleres Nachſtrömenlaſſen des Gaſes wird ſie aber, der abkühlenden Wirkung der Luft wegen, leicht ausgelöſcht.

Auch die Kohlenſäure bewirkt eine Schwächung der Lichtentwickelung. Kommt Kohlenſäure, gemengt mit kohlenſtoffhaltigen brennbaren Gaſen oder Dämpfen, in Glühhitze, ſo wird ſie zerlegt, indem ſie die Hälfte ihres Sauerſtoffs abgiebt und Kohlenoxyd bildet; das Kohlenoxyd iſt zwar ein brennbares Gas, allein es verbrennt mit wenig leuchtender Flamme.

Es ſcheint aus der auffallenden Trübung, welche Gasflammen durch Beimengung einiger Procente Kohlenſäure erfahren, hervorzugehen, daß der bei Zerlegung der Kohlenſäure frei werdende Sauerſtoff ſofort zur Verbrennung des glühenden freien Kohlenſtoffs dient, alſo ähnlich wirkt, wie freier Sauerſtoff, wenn ſich dieſer in dem Gasgemenge findet. Der nicht zur Zerlegung und Wiederverbrennung gelangende Theil der Kohlenſäure kann aber ebenfalls nur verdünnend und abkühlend auf die übrigen brennenden Gaſe einwirken; wir haben demnach auch die Gegenwart der Kohlenſäure als ſchädlich anzuſehen.

Die Rolle der ſchwach leuchtenden Gaſe, des Waſſerſtoffs, des Grubengaſes und Kohlenoxydgaſes, iſt verſchieden von derjenigen der eben beſprochenen Gruppe. Abkühlend und dadurch den Verbrennungsproceß beeinträchtigend können ſie nicht wirken, dagegen bedingt ein jedes derſelben gewiſſe andere Erſcheinungen, die den Beleuchtungszwecken fremd ſind, ja theilweiſe nachtheilig ſein können. Es tritt bekanntlich bei ſtärkerer Beleuchtung geſchloſſener Räume mit Gas alsbald eine Temperaturerhöhung ein, die läſtig werden kann. Es iſt daher nicht unwichtig, der Frage nachzugehen, ob eines der drei ſchlecht leuchtenden Gaſe vor den anderen einen Vorzug habe, d. h. ob ſie unter der Vorausſetzung, daß ſie ſich gleichſtehen hinſichtlich der Fähigkeit, ſich mit Dämpfen zu ſättigen, bei ihrer Verbrennung verſchiedene Menge von Wärme entwickeln. Es iſt ein zweiter Umſtand zu erwägen, ob die Verbrennungsproducte des einen ihrer Art und Menge nach nicht läſtiger ſind, als die des andern. Ein Gramm Waſſerſtoffgas liefert bei ſeiner Verbrennung zu Waſſer 34462 Wärmeeinheiten, d. h. iſt im Stande, 34462 Gramm Waſſer von 0° auf 1°, oder von 1° auf 2° Celſius, kurz um einen Grad Celſius zu erwärmen. 1 Gramm Kohlenoxyd liefert nur 2403 Wärmeeinheiten und 1 Grm. Sumpfgas 13063 Wärmeeinheiten. Wir haben uns aber

bei unſerer Unterſuchung nicht um die Effecte zu kümmern, die von gleichen Gewichtsmengen der drei Gaſe hervorgebracht werden, ſondern zunächſt darum, was gleiche Volumina der betreffenden Gaſe leiſten.

Ein Liter Waſſerſtoffgas iſt im Stande, bei ſeiner Verbrennung zu Waſſer . . . . . 3088 Grm. Waſſer
Ein Liter Kohlenoxyd desgleichen . . . . . 2631 » »
Ein Liter Sumpfgas desgleichen . . . . . 9316 » »
um 1° C. zu erwärmen.

Wir ſehen hieraus, daß ein Volumen des leichten Kohlenwaſſerſtoffgaſes die ſtärkſten Wärmeeffecte unter den drei Gaſen hervorbringt, daß alſo ein größerer Gehalt deſſelben im Leuchtgas hinſichtlich dieſer unter Umſtänden unangenehmen Nebenwirkungen bedenklich ſein kann. Jedes der drei Gaſe braucht zu ſeiner Verbrennung Sauerſtoff; das Waſſerſtoffgas die Hälfte ſeines Volumens, um Waſſer zu bilden. Das Kohlenoxyd die Hälfte ſeines Volumens, um ein Volumen Kohlenſäure zu bilden. Das Grubengas bedarf aber das doppelte Volumen Sauerſtoff und bildet damit neben Waſſer ein Volumen Kohlenſäure. Alſo auch in dieſer Erwägung ſtellt ſich das Grubengas als das ſchädlichſte heraus, und wir müſſen zugeben, daß das Waſſerſtoffgas als dasjenige, welches viel weniger Wärme (bei gleichem Volumen) giebt, das keine der Function des Athmens nachtheilige Kohlenſäure liefert, und nur die Hälfte des eigenen Volumens an Sauerſtoff zu ſeiner Verbrennung anſpricht, der geeignetſte Träger für die leuchtenden dampfförmigen Körper iſt.

Was die Rolle der das Leuchten eigentlich bedingenden Körper betrifft, ſo hat man früher immer angenommen, es ſei hauptſächlich das Elayl- oder ölbildende Gas, welchem in den Leuchtgasgemiſchen dieſe Eigenſchaft zukomme. Sobald man das damit homologe Butylengas (Butyren oder Ditetryl, das ſich bei — 18° C. zu einem dünnflüſſigen Liquidum verdichtet) in dem aus fetten Oelen bereiteten Leuchtgas entdeckt hatte, wurde daſſelbe auch im Steinkohlengas aufgeſucht und gefunden.

Verſuche, die Pitſchke mit dem von der engliſchen Geſellſchaft in Berlin gelieferten Steinkohlengas anſtellte, die aber unſeres Wiſſens bis jetzt anderwärts nicht wiederholt worden, deuten darauf hin, daß wenigſtens in einzelnen Fällen das Elaylgas im Steinkohlengas ſehr gering, deſſen Leuchtvermögen alſo anderen und zwar, wie er fand, durch Kälte condenſirbaren Körpern zugeſchrieben werden muß. Als ſolche bezeichnet er zunächſt Benzin, meint aber auch, dem Naphtalin komme die Rolle des Leuchtens in nicht geringem Grade zu. Er zeigte, daß ſich Nitrobenzin beim Durchleiten des Steinkohlengaſes durch rauchende Salpeterſäure bilde, daß Aether, durch welchen man den Gasſtrom führte, beim Verdunſten Naphtalin und Benzin zurücklaſſe, daß endlich das Steinkohlengas durch eine 30 Fuß lange und auf — 18° C. abgekühlte Röhre geleitet, viel Benzin und Naphtalin abſetzte, daß aber das dieſen Einflüſſen ausgeſetzte (nöthigenfalls gewaſchene und dadurch von Aetherdampf oder ſalpetriger Säure befreite) Steinkohlengas beträchtlich an Leuchtkraft eingebüßt habe. Wenn einerſeits bekannt iſt, daß Benzin in Dampfgeſtalt im Stande iſt, ſelbſt atmoſphäriſche Luft leuchtend zu machen, und man andererſeits die Erfahrung gemacht hat, daß zur Winterszeit

Abtheilungen der Gasleitungsröhren, die stark der Kälte ausgesetzt sind, mit beträchtlichen Mengen krystallisirten Benzins und Naphtalins gefüllt sind, so darf wohl angenommen werden, daß diesen beiden, und wohl noch anderen, in gewöhnlicher Temperatur in dem Gasgemenge sich dampfförmig erhaltenden Kohlenwasserstoffen ein Antheil an dem Leuchtvermögen eines Leuchtgases zukomme. Schwerlich findet dies aber in allen Fällen in ähnlichem Verhältniß statt, wie in dem von Pitschke untersuchten Gase, man müßte denn sonst wohl ganz allgemein eine auffallende Abnahme der Leuchtkraft des Gases übereinstimmend mit dem Eintreten der Wintertemperatur beobachtet haben. Und dies ist keineswegs der Fall, so daß man nach wie vor zu den nichtverdichtbaren leuchtenden Verbindungen, als sehr wesentlichen Bestandtheilen der zu Beleuchtungszwecken dienenden Gas- und Dampfgemenge, seine Zuflucht nehmen muß. Es darf nicht übersehen werden, daß, nach den eigenen Angaben Pitschke's, das seiner Leuchtkraft durch die genannten Mittel fast gänzlich beraubte Gasgemenge dieselbe wieder vollständig erhielt, als er dasselbe mit etwas mehr als 12 Proc. reinem Elaylgas versetzte. Wir finden aber unter den Gasen, deren Analyse oben Seite 178 gegeben ist, eines, welches nahezu 11, ein anderes, das 24,50 Procent Elaylgas und solche homologe Gase enthält, welche von Schwefelsäurehydrat absorbirt werden.

127 **Die Ausbeute an Gas** hängt keineswegs allein von der Beschaffenheit der Kohle ab, die man anwendet; die Dauer des Destillationsprocesses und die Temperatur, bei welcher er vorgenommen wurde, sind von wesentlichstem Einfluß darauf. Weil die Qualität des Gases auf Kosten seiner Quantität leiden kann, hat man im großen Betrieb erfahrungsmäßig festzustellen gesucht, wie weit man den Destillationsproceß fortzusetzen hat. Unten bei der Lehre vom Betrieb wird von diesen Verhältnissen näher die Rede sein. Aus dem Gesagten geht hervor, daß nur die im Großen gewonnenen Resultate einige Sicherheit in Beurtheilung der Menge des aus einer gewissen Kohlensorte erzeugbaren und zu Beleuchtungszwecken dienlichen Leuchtgases gewähren können, da bei Versuchen im Maßstab, der im chemischen Laboratorium zulässig ist, leicht die Destillation weiter getrieben wird, als dem Vortheil des Producenten entsprechen würde. Die nachfolgende Tabelle enthält daher meist nur Betriebsresultate. Um alle Angaben unter einander vergleichbar zu machen, ist neben den Maßen und Gewichten, in welchen die Versuche ausgeführt wurden, als Gewichtseinheit für die Kohle der halbe metrische Centner von 50 Kilogrm., oder der deutsche Zollcentner von 100 Pfd., als Maßeinheit aber der Kubikmeter und daneben der schweizerisch-badische sowie der rheinische Kubikfuß angenommen worden.

Es lieferten:

	1 Centner (50 Kilogr.) Kohle	Kubikmeter	Schweiz.-badische Kubikfuß (1′ = 30 Ctm.)	Rheinische Kubikfuß Gas
Nach Barlow	Boghead-Cannelkohle	18,312	678,1849	593,2216
„ Evans	„ „	20,608	763,2173	666,7657
„ Barlow	Wigan-Ince-Hall-Cannelkohle	14,924	553,8112	483,7266
„ Fyfe	Dieselbe	13,048	483,1327	422,0875
„ Wright	Dieselbe	12,930	479,0847	418,4549
„ Evans	Dieselbe	15,680	580,7088	507,0696
„ Clegg	Dieselbe	19,852	734,2882	642,1149
„ Fyfe	Schott. Parrotkohle	13,048	483,1327	422,0375
„ Barlow	Newcastle-Cannelkohle	13,524	500,8613	437,4338
„ Wright	Ramsay's Newcastle-Cannelkohle	12,766	472,7881	412,9563
„ „	Lesmahage-Cannelkohle	16,072	595,2265	519,8488
„ „	„ „	13,692	506,8832	442,8677
„ Evans	„ „	18,564	687,5177	600,4526
„ Hedley	„ „	15,540	575,5239	502,6413
„ „	Newcastle-Kohle	16,016	593,1526	518,0375
„ „	„ „	12,704	470,4926	410,9008
„ Clegg	Pelton-Kohle	15,120	559,9692	489,6564
„ Journal of Gas-lighting . .	New Pelton-Kohle	14,420	534,0447	466,4149
„ Journal of Gas-lighting . .	Deans Primrose-Kohle	14,402	534,0447	466,4149
„ Clegg	„ „ „	15,288	566,1911	494,4903
„ Hedley	Pelaw-Kohle bei Newcastle	15,708	581,6457	508,0753
„ Wright	Derbyshire tief. Flötz	12,908	478,0478	417,5093
Parlamentsbericht der Gasfabriken in Birmingham	West-Broomwich-Kohle	8,932	330,7966	288,9055
Desgleichen	Macclesfield-Kohle	8,990	332,9446	290,7815
Parlamentsbericht von Leeds	Leeds-Kohle	8,932	330,7900	288,9055
Nach Erdmann . . .	Zwickauer Kohle			
Mittel von 12 Versuchen	1 Centner Sächs. (?)		523′ Kb.*)	

*) Wahrscheinlich englische, die Angabe fehlt.

Der Apparat zur Gaserzeugung.

Derselbe zerfällt in:

1) Die eigentlichen Destillationsvorrichtungen: die Retorten und die Oefen, worin sie liegen und erhitzt werden.
2) Apparate zum Verdichten mitgerissener Dämpfe.
3) Vorrichtungen zum Reinigen von Beimengungen, die nachtheilig für die Beleuchtungszwecke sind.
4) Sammler oder Gasbehälter, um den Bedarf einige Zeit zum Voraus erzeugen und aufbewahren zu können.
5) Leitungsröhren zur Fortführung des Gases aus der Fabrik an die Orte seiner Bestimmung.
6) Die Brenner und die damit verbundene Einrichtung zur Gestaltung, Schutz und Erhöhung der Wirkungen der Flamme.

Zwischen diese Einrichtungen sind eine Reihe von Mechanismen eingeschaltet, deren Function nicht nothwendig mit der Erzeugung und Lieferung guten Leuchtgases zusammenhängt, sondern die dazu bestimmt sind, sei es den Druck in der Leitung zu reguliren (Regulatoren), sei es die Production oder Consumtion zu controliren (Gasuhren oder Zähler), oder das in den Retorten erzeugte Gas rascher aus denselben herauszuschaffen (Exhaustoren).

129 **Die Gasretorten.** Das Material der zur Destillation der Leuchtgasmaterialien gebrauchten Retorten ist Gußeisen oder gebrannter Thon, es kommen auch, aber selten, genietete Eisenblechretorten vor.

Die Form und Lage der Eisenretorten unterlag seit den ersten Anfängen der Leuchtgasfabrikation mannigfachen Aenderungen. Während früher die Gasretorten senkrecht in dem Ofen standen, trifft man jetzt nur noch die horizontale Lage derselben in Anwendung.

Die ersten Leuchtgasretorten waren Cylinder; dieselben sind gegenwärtig durch Formen von verschiedenen anderen Querschnitten fast gänzlich verdrängt. Einen Hauptgrund zum Verlassen der Cylindergestalt gab die Wahrnehmung ab, daß bei dieser Form das Verhältniß der Heizoberfläche zum Inhalt das mindest günstige sei, indem die Wände der Retorten und die ihnen zunächst gelegenen Partien des Inhalts schon sehr heiß geworden sein können, ehe die der Retortenaxe näher liegenden Räume bis auf die für Gasproduction geeignete Hitze gebracht werden konnten. Aus diesem Verhältniß entsprang der Uebelstand, daß die in späteren Stadien der Destillation sich erzeugenden Gase an den überhitzten Wänden auf die oben erwähnte, ihrer Leuchtkraft nachtheilige Weise zersetzt wurden. Alle neueren Formen sind darauf berechnet, diesen Uebelstand zu vermeiden. Es trat an die Stelle des kreisrunden Querschnitts der ovale oder der von der Form einer Bohne, Fig. 137, den man in England den »ohrenförmigen« nennt, oder der rectanguläre, Fig. 138 (18″ : 12″), oder endlich der eines liegenden D, welcher wohl jetzt der gebräuchlichste ist. Die

letztere Form tritt in sehr wechselnden Verhältnissen von Breite zur Höhe auf, zuweilen findet man sie höher als breit, nämlich ungefähr 14″ : 12″, die sogenannte Londoner Retorte; andere haben 14″ Höhe auf 2′ Breite; die sogenannte

Fig. 137.

Fig. 138.

Yorker Retorte, und die flachbodige halbelliptische Retorte hat eine Höhe von $^1/_2$′ auf 2,5′ Breite, Fig. 139. Die gewöhnliche Länge der Retorten beläuft sich auf 6 bis 9′, und sie sind meist am einen Ende durch eine feste, senkrecht auf die Länge stehende Wand oder seltner gewölbeartig, Fig. 140, geschlossen. Die Eisenretorten

Fig. 139

Fig. 140.

haben eine Wandstärke von 1″ bis 1,2″, die aber manchmal gegen das offene Ende hin bis auf 0,75″ abnimmt. In der Regel wird der Deckel zum Verschluß des offenen Endes nicht unmittelbar an die Retorte, sondern an einen Anstoß derselben, einen Kopf oder ein Mundstück, befestigt, und an diesem Theil ist auch der röhrenförmige Ansatz angebracht, der die Leitungsröhre aufnimmt. Dieser Kopf und die Retorte sind durch Flantschen und Schrauben mit einander verbunden. Die Wandstärke der Retortenmundstücke variirt zwischen $^5/_8$ und $^6/_8$ Zoll.

Fig. 141 und Fig. 142 (a. f. S.) sind Vorder- und Seitenansicht, Fig. 143 ist der Durchschnitt eines Retortenkopfes für eine Londoner D-Retorte; *a* sind angegossene Oehren zur Aufnahme von Riegeln zum Festhalten des Deckels; *b*, *c* ist der senkrechte Ansatz für Aufnahme der senkrechten Röhre, welche das erzeugte Gas nach der Vorlage zu führen hat, *d* die einige Zoll breite Flantsche mit Schraubenmuttern. Die Flantschen der Retorte und die des Retortenmundstücks sollen sich nicht einander berühren, sondern es muß ein Kitt, um die Fuge gehörig zu dichten, zwischen dieselben gestrichen werden. Der Kitt muß dem Einfluß der Hitze widerstehen können; gewöhnlich dient dazu ein sogenannter Eisenkitt.

In Frankreich z. B. wird zu diesem Zwecke gewöhnlich der sogenannte Mastic d'Aquin gebraucht, der aus 98 Proc. fein gepulverten Eisenfeilspänen oder zerstoßenen Bohr- oder Drehspänen, 1 Proc. Schwefelblumen und 1 Proc. Sal-

miak (letzterer in so viel Wasser gelöst, daß die Flüssigkeit gerade hinreicht, um mit den beiden anderen Bestandtheilen eine breiartige Masse zu bilden) besteht, und nicht im Voraus, sondern immer nur in dem Augenblick, wo er gebraucht werden soll, dargestellt wird. Clegg empfiehlt zum gleichen Zwecke 32 Thle. fein gesiebte Eisenfeile, 1 Thl. Salmiak, 1 Thl. Schwefelblumen trocken gemischt und

Fig. 141.

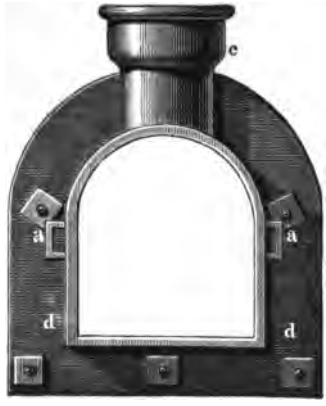


Fig. 142.

Fig. 143.

aufbewahrt, um beim Gebrauch mit so viel Wasser versetzt zu werden, als zur Herstellung einer Masse von zähbreiiger Consistenz nöthig ist. Sehr empfehlenswerth ist der Kitt von Bernard für diesen Zweck und überhaupt zur Verbindung mit Eisentheilen, die der Hitze, nicht aber der Feuchtigkeit ausgesetzt sind. 12 Pfd. Eisenfeile, 2 Pfd. Cement, 1 Pfd. Gyps, 4 Lth. Salmiak, 3 Lth. Schwefel und $1^1/_2$ Schoppen Essig und die nöthige Menge Wasser, um einen steifen Brei zu bilden, werden innig gemischt aufgetragen. Der Kitt wird mittelst einer Kelle in die $^3/_4$ Zoll weit gelassene Fuge eingestrichen und in das Mundstück und die Retorte eine Hülse eingeschoben, die verhindern soll, daß der Kitt herabfalle, und welche, nachdem die Schrauben eingezogen sind, wieder entfernt wird.

130 Der Deckel ist eine lose Gußeisenplatte von der Form des Querschnittes des Mundstücks. Längs dem Rande desselben auf der Innenseite befindet sich eine Verstärkung, Fig. 144, Fig. 145, Fig. 146, von etwa 1 Zoll Höhe, die in das Mundstück einpaßt, während ein 1,5″ bis 2″ breiter flacher Rand *m* auf der Mundstückwand aufliegt und sie (zuweilen etwas übergreifend) deckt.

Die Art des Verſchluſſes der Retortenköpfe mittelſt des Deckels iſt äußerſt 131
verſchieden. Einige der häufiger angewendeten Arten des Verſchluſſes ſollen hier

Fig. 144.

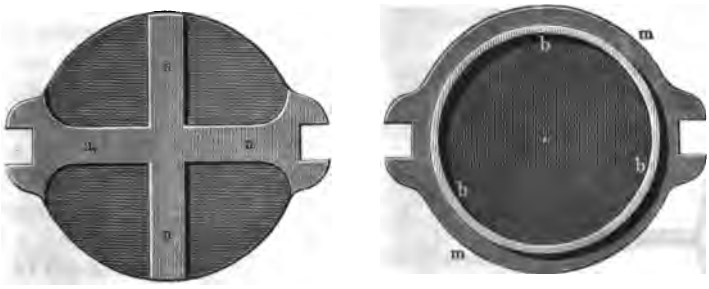


Fig. 145.

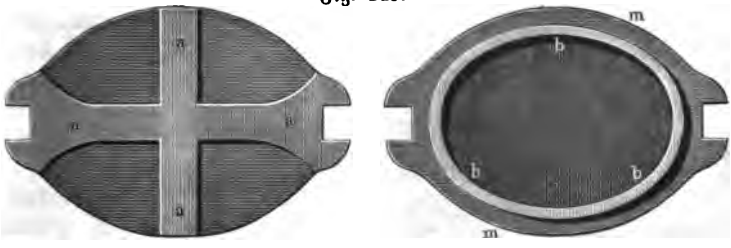
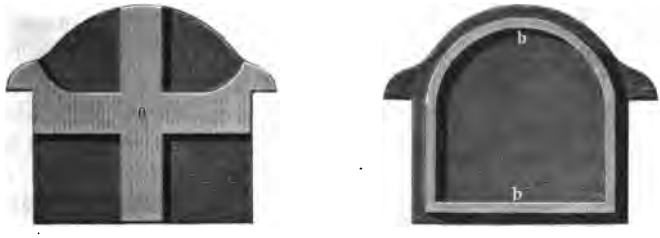


Fig. 146.



beſchrieben werden. Beinahe ohne Ausnahme bedarf man hierzu zweier an das Wandſtück angegoſſener Oehre *a*, Fig. 141 und Fig. 142. Fig. 147 (a. f. S.) iſt eine Seitenanſicht, Fig. 148 eine Oberanſicht eines verſchloſſenen Mundſtücks. In die Oehre *a a* ſind die Riegel *b b* eingeſchoben und durch Keile *c c* feſtgehalten. In den beiden Figuren haben die Riegel *b* correſpondirende Oehre *f*, durch welche der Querbarren *d* geſchoben wird. Dieſer hat in ſeiner Mitte eine Schraubenmutter; die Schraubenſpindel mit einem Hebel *e* als Griff verſehen, ſteckt in dem horizontal liegenden und in den Oehren *f* feſtgehaltenen Querbarren und

drückt, wenn ſie angezogen wird, auf die Mitte des Deckels. Damit der Deckel nach dem Löſen der Schraube nicht herabfalle, iſt er, wie die Figuren 144 und 145 zeigen, an jeder Seite mit zwei vorſpringenden Lappen verſehen, in die der Riegel *b*, Fig. 147 und 148, ſich vorſchiebt, oder nur mit einem (Fig. 146), der auf dem Riegel ruht. Die Kreuze *a a* auf den Fig. 144, 145 und 146 ſtellen Verſtärkungen auf der Außenſeite des Deckels dar, um ihm gegen den auf ſeine Mitte ſtattfindenden Druck den nöthigen Widerſtand zu verleihen.

Fig. 147.

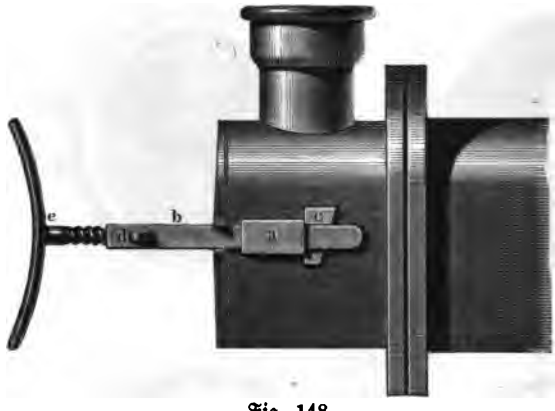


Fig. 148.

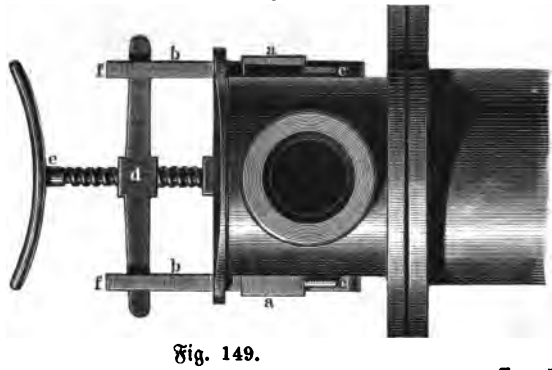
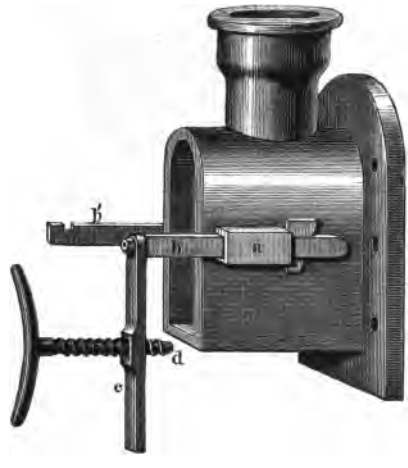


Fig. 149.



Eine andere jetzt vielfach gebrauchte Verſchlußart iſt die Fig. 149 in perſpectiviſcher Anſicht bei offener Retorte dargeſtellte: *a* iſt das Oehr am Mundſtück angegoſſen, *b b'* die horizontalen Riegel, der eine *b* iſt an ſeinem über den Rand des Mundſtücks hervorragenden Ende cylindriſch und hat an ſeinem Ende ein Charnier, in welchem ſich in verticalem Kreiſe der Bügel *c* mit der Schraube *d* dreht; dieſer hängt bei offener Retorte ſenkrecht herab oder kann nach der Seite hin auf irgend eine Unterlage aufgelegt werden. Nachdem der Deckel vor die Oeffnung geſtellt iſt, wird der Bügel *c* ſo umgeſchlagen, daß er in die Kerbe des Riegels *b'* zu liegen kommt; die Schraube wird nun

angezogen und drückt auf die Mitte des Deckels. Es kann auch das Zurückſchlagen des Bügels und der Schraube in der Horizontalebene geſchehen, wenn das Charnier in den Riegel *b* ſo geſchnitten iſt, daß der Nagel, um welchen ſich der Bügel *c* dreht, ſenkrecht ſteht. Iſt das Charnier nur wenig locker, ſo läßt ſich das Bügelende, das links nach *b'* zu liegen kommt, leicht in die Kerbe einſenken.

Man hat auch anſtatt der Schraube das Syſtem der Kniepreſſe zum Verſchluß der Retortendeckel angebracht; Fig. 150 ſtellt eine Seitenanſicht, Fig. 151 eine Oberanſicht dieſer Einrichtung dar. Die Riegel *b* ſind an ihrem vorderen

Fig. 150.

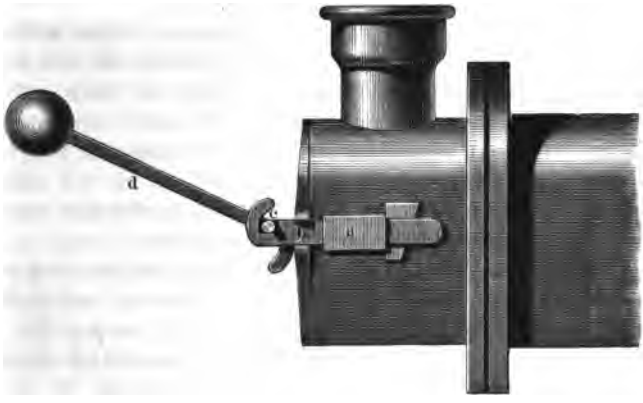
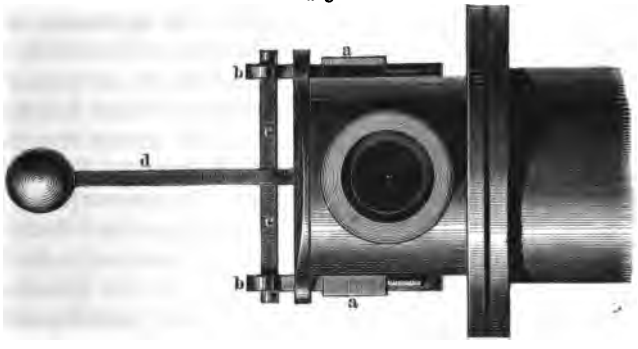


Fig. 151.



Ende hakenartig gekrümmt und es wird der Bügel *c* in die beiden Haken eingelegt. Es iſt mit dieſem Bügel ein Hebel *d* verbunden, der an ſeinem Ende beliebig (hier mit einer Kugel) belaſtet iſt, am anderen aber Kniegeſtalt hat und mit dieſem kürzeren abgerundeten und gebogenen Arme den Deckel feſtdrückt.

Die Dicke der Deckel beträgt gewöhnlich $^5/_8$ Zoll, die kreuzförmigen Rippen *a a* haben eine Dicke von etwa $^1/_8$ Zoll. Vor dem Anlegen des Deckels an die Retortenmündung wird die Kerbe und zwiſchen *b* und *m*, Fig. 144, 145 und Fig. 146, mit einem Kitt ausgeſtrichen, der entweder nur Kalkbrei iſt oder Kalk-

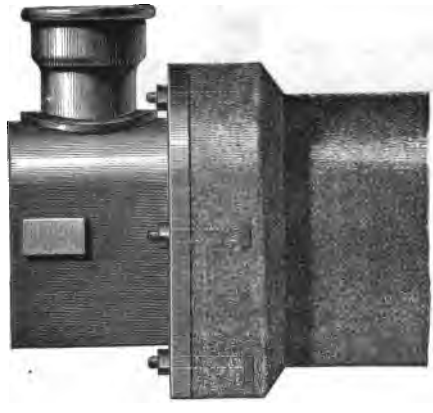
brei, gemiſcht mit grobem Thonbrei. Wird der Deckel in das offene Retortenſtück eingepreßt, ſo ſchließt der Kitt die Fuge gasdicht.

132 **Die thönernen Retorten** haben an vielen Orten die gußeiſernen verdrängt. Die erſten Thonretorten wurden in Schottland durch Grafton eingeführt. Man hat geformte und gemauerte Thonretorten zu unterſcheiden. Die letzteren ſind aus einzelnen feuerfeſten gebrannten Steinen zuſammengeſetzt. Die modellirten Thonretorten waren früher ebenfalls nicht aus einem Stück, ſondern es beſtand eine ſolche gewöhnlich aus drei bis vier röhrenförmigen Theilen, die mit Fugen, welche zur Retortenaxe ſenkrecht laufen, an einander ſtießen und durch einen Kitt mit einander verbunden wurden. Seit einigen Jahren werden aber in Großbritannien, Belgien und an einigen Orten in Deutſchland thönerne Gasretorten aus einem einzigen Stücke gefertigt. Hinſichtlich der Form und Größe derſelben gilt ungefähr daſſelbe, was oben von den Gußeiſenretorten geſagt iſt. Die mit D-förmigem Querſchnitt möchte die vorwiegend gebrauchte ſein, doch beſteht neben ihr häufiger, als es bei Gußeiſen der Fall iſt, die mit elliptiſchem und kreisrundem Querſchnitt. Näheres über Größe und Conſtruction von Thonretorten wird in den einzelnen Fällen unten berichtet werden.

Das Mundſtück der thönernen Retorten iſt immer gußeiſern und hat dieſelbe Einrichtung, wie oben beſchrieben worden. Es fällt nun noch in Betrachtung die Art und Weiſe, wie daſſelbe an dem Retortenhalſe befeſtigt iſt.

Fig. 152 iſt eine Seitenanſicht des Endes einer cylindriſchen Thonretorte und des daran geſchraubten Mundſtücks. Die Wand der Retorte iſt am Rande verſtärkt und in dieſen Theil ſind etwa ſechs gleichmäßig auf die Peripherie vertheilte eiſerne Bolzen eingeſenkt, die, an ihrem Ende T-förmig, ein kurzes Querſtück haben. Sie werden ſchon während des Modelns der Retorten eingeſteckt. Die hervorragenden Stücke dieſer Bolzen ſind Schraubenſpindeln, die durch entſprechende Oeffnungen in den Flantſchen der Mundſtücke hindurchgeſteckt und auf der andern Seite durch Muttern angezogen werden. Der Kitt, der zum Dichten der Fugen zwiſchen Thonretorten und ihren gußeiſernen Mundſtücken gebraucht wird, beſteht gewöhnlich aus zwei Theilen gebranntem Gyps mit einem Theil Eiſenfeile, die mittelſt einer concentrirten Löſung von Salmiak zu einem Brei angerührt werden.

Fig. 152.



Die Dauerhaftigkeit der gußeiſernen und thönernen Retorten und die mit jeder dieſer Arten verbundenen Vortheile und Nachtheile laſſen ſich am zweckmäßigſten bei der Lehre vom Betrieb der Gasfabriken beſprechen. Es können die

anderen Arten der Retorten, da ihre Verbreitung ziemlich gering geblieben ist, mit kurzen Andeutungen abgehandelt werden. Die gemauerten Thonretorten sind gewöhnlich auch D-förmig, aus feuerfesten gebrannten Steinen ausgeführt und wie die Thonretorten verschieden in der Länge und den übrigen Dimensionen. Es giebt deren, die bei einer Länge von 7 Fuß und einer Weite von 3 Fuß 2 Zoll 5 Centner Kohle fassen (Spinney); andere sind bis zu 20 Fuß lang und so eingerichtet, daß sie von beiden Enden beschickt werden können (Clift; siehe unten die Croll'schen Oefen). Diese gemauerten Thonretorten zeichnen sich durch Dauerhaftigkeit und Größe aus.

Die Retorten aus genietetem Eisenblech sind zuerst in Nordamerika erfunden und standen in Liverpool einige Zeit im Gebrauch. Sie haben die Form flacher breiter Brotbackofen, sind gewöhnlich einzeln in eine Feuerung gelegt, auf der untern Seite (die zuweilen von Gußeisen ist) mit Ziegeln armirt und bieten den Vortheil großer Heizoberfläche gegenüber ihrem Inhalt; sie sollen aber rascher Abnutzung und Deformirung unterliegen.

Retortenöfen. Selten wird es wohl vorkommen, daß eine einzelne Re- 133
torte ihre eigene Feuerungseinrichtung hat, auch in den kleinsten Gasbereitungsanstalten, wo eine einzelne Retorte für den Consum ausreicht, ist doch gewöhnlich die Einrichtung so getroffen, daß zwei Retorten in demselben Feuerungsraume liegen, damit beim Schadhaftwerden der einen die andere ohne Unterbrechung der Production könne gebraucht werden. Die Feuerzüge sind in diesem Falle so eingerichtet, daß die nichtgebrauchte auch nicht geheizt wird. Häufiger finden sich Gasretortenöfen für drei, für fünf und sieben Retorten. Die Zahl derselben steigt für die einzelne Feuerung bis zu funfzehn Stück, was jedoch ein schon sehr seltener Fall ist. Die meisten Oefen sind wohl für drei, fünf und sieben Retorten eingerichtet. Wie bei anderen Feuerungsanlagen läßt sich in den Gasretortenöfen der eigentliche Feuerungsraum vom Heizraum, d. h. die Feuerstätte von dem Raum, in welchem die Hitze wirken soll, unterscheiden. Beide Räume sind in den Gasretortenöfen zuweilen durch ein Gewölbe, in dessen Seiten Feuerzüge angebracht sind, getrennt, zuweilen gehen sie ohne derartige Zwischenwand in einander über. Im Ganzen sind die Oefen mit überwölbtem Feuer bei den Gußeisenretorten häufiger, während freies Zuströmen des Feuers zu den Retorten bei den Thonretortenöfen diejenige Einrichtung ist, die gewöhnlicher angetroffen wird. Anstatt der Ueberwölbung des Brennraumes dient zur Abwehr allzustarker Einwirkung auf die gußeisernen Retorten oft nur ein feuerfester Ziegelbeleg derselben. Die Feuerung ist immer mit Rost versehen.

Oefen mit überwölbtem Feuerraum. Fig. 153 (a. f. S.) giebt einen 134
verticalen Durchschnitt durch einen Gasretortenofen parallel mit der Vorderwand, Fig. 154 einen solchen parallel mit der Axe der Retorten, nach dem Systeme des im Gasbereitungsgeschäfte den Namen einer Autorität genießenden englischen Ingenieurs Clegg.

a iſt das Gewölbe für den Cokesvorrath unter der Soole des Retortenhauſes; *b* iſt eine in dem Aſchenfall angebrachte Pfanne mit Waſſer, um die herabfallen-

Fig. 153.

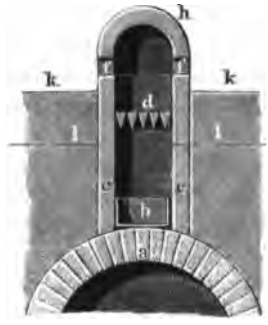
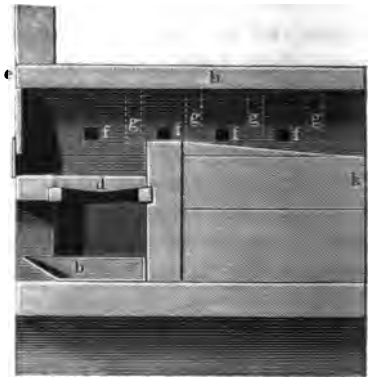


Fig. 154.

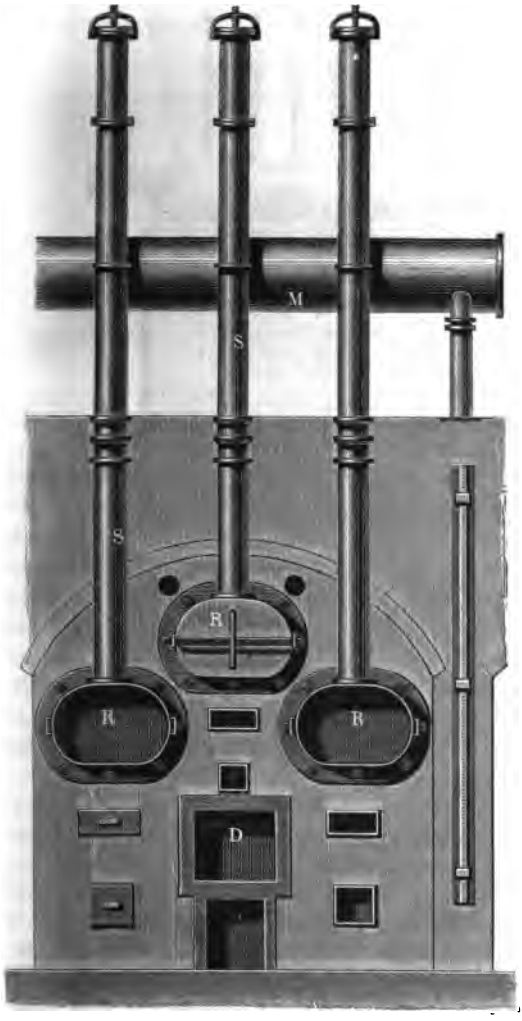


den Schlacken (von den gewöhnlich zum Heizen dienenden Cokes) abzukühlen; *c* die ſenkrechten Mauern aus feuerfeſten gebrannten Steinen; *d* der Roſt aus gußeiſernen V-förmigen Stücken beſtehend; *e* die Vorderwand des Retortenofens, ungefähr 9 Zoll ſtark; *ffff* ſind die ſeitlich vom Gewölbe *h* angebrachten Feuerzüge, durch welche die Hitze nach rechts und links vertheilt wird; ſie ſind etwa 3 Zoll im Geviert weit; *gg* ſind Lager aus feuerfeſten Steinen, die auf beiden Seiten des Feuergewölbes und ſenkrecht zu demſelben aufgeführt und dazu beſtimmt ſind, die Retorten zu tragen; ſie ſind etwa $4^1/_2$ Zoll ſtark; *h* iſt das Gewölbe über dem Feuerraum, *kk* die Höhe, bis zu welcher die Oefen aus ſolidem Mauerwerk beſtehen, alſo die Ebene, auf welche die Retortenlager *g g* aufgerichtet ſind. Der Raum über und neben dem Gewölbe iſt ebenfalls überwölbt, dies iſt der eigentliche Heizraum, deſſen Dimenſionen mit der Anzahl und Größe der Retorten wechſeln. Die Weite des Feuerraums, alſo die Entfernung der beiden Wände *cc* iſt verſchieden, je nach der Retortenanzahl, für eine Retorte nimmt ſie Clegg zu 10 Zoll engliſch, für zwei zu 12 Zoll und für fünf Retorten zu 14 Zoll. Die Zahl der Roſtſtäbe und ihre Länge ändert ſich ebenfalls je nach der Retortenanzahl; ſo dienen für Oefen mit einer Retorte fünf Roſtſtäbe von 10 Zoll Länge, jeder 1 Zoll breit und 1 Zoll vom danebenliegenden entfernt, die Roſtfläche iſt alſo 100 Quadratzoll; für zwei Retorten ſechs Roſtſtäbe 14 Zoll lang, daher eine Roſtfläche von 168 engliſchen Quadratzoll, und für fünf Retorten ſieben 2 Fuß lange Roſtſtäbe, daher eine Roſtfläche von 336 engliſche Quadratzoll. Die Retorten, für welche dieſe Verhältniſſe die paſſenden ſein ſollen, ſind D-förmig, 7 Fuß lang und haben einen Querſchnitt von 14″ : 14″ engliſch.

Wie ſehr aber die Anſchauungen der Praktiker in dieſem Punkte auseinandergehen, geht am beſten hervor aus den Angaben, welche Pekſton, ebenfalls ein engliſcher Gasingenieur, darüber macht. Für eine einzelne rectanguläre Retorte von 8 Fuß Länge und von einem Querſchnitt von 12 Zoll auf 20 Zoll engliſch beträgt die Roſtfläche 450 Quadratzoll engliſch. Für drei D-förmige Retorten

von 6 Fuß Länge, 20 Zoll Weite und 12 Zoll Höhe empfiehlt er eine Roſtfläche von 12 Zoll Weite und 33 Zoll Länge, das beträgt 396 engl. Quadratzoll.

Fig. 155.



Die Art und Weiſe der Lagerung der Retorten in Oefen mit überwölbtem Feuer iſt folgende: Eine Retorte wird direct auf das oben etwas abgeplattete Gewölbe geſtellt. Zwei Retorten ſtellt man rechts und links im Niveau des Gewölbes auf Bänken, wie *g*, Fig. 154, auf.

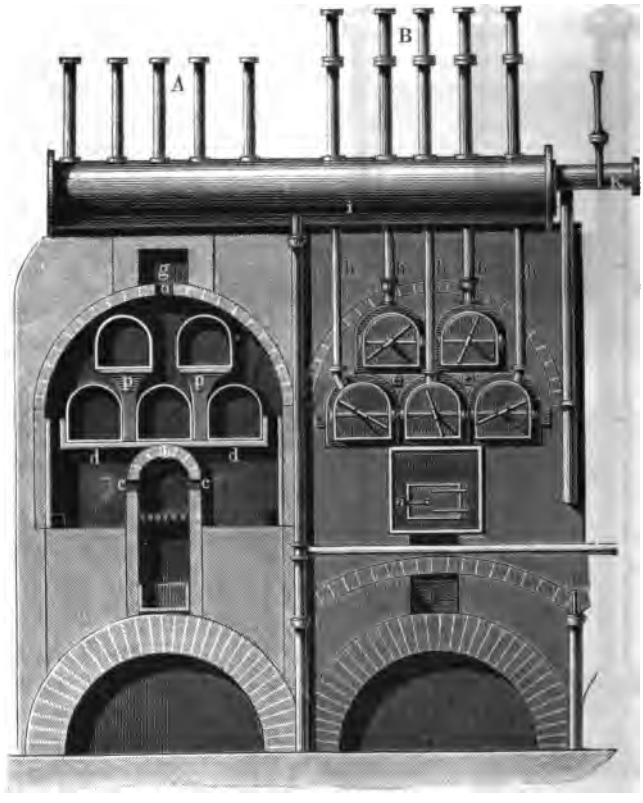
Fig. 155 ſtellt die Vorderanſicht eines Ofens für drei Retorten aus den Gaswerken von Philadelphia dar. Zwei Retorten liegen ſeitlich vom Gewölbe, die dritte rechts etwas höher auf Pfeilern, welche zwiſchen den beiden Retorten der untern Reihe aufgerichtet ſind.

Fig. 156 (a. f. Seite) ſtellt zwei neben einander ſtehende Gasöfen von fünf Retorten dar, den einen in einer Vorderanſicht, den andern in einem Durchſchnitt ſenkrecht auf die Retortenaxen.

Die Bänke, auf welchen die beiden äußeren Glieder der unteren Retortenreihen liegen, ſind in der Zeichnung nicht angegeben, die mittlere liegt auf dem Gewölbe *b* auf. Dieſe untere Reihe iſt am Boden armirt mit einer dünnen Lage feuerfeſter Backſteinplatten *d d*, um ſie etwas gegen allzu heftige Einwirkung der Hitze zu ſchützen. Die beiden oberen, die als Unterſtützung die Vorderwand und Hinterwand des Ofens und in der Mitte einen Tragpfeiler *p* haben, bedürfen, da ſie von der Feuerſtätte mehr entfernt ſind, der Armirung nicht. Das Feuer dringt durch die Züge *c* in den Stützmauern des Gewölbes *b*, zieht zwiſchen den

Tragbänken unter der unteren Retortenreihe hin und dringt zugleich zwiſchen denſelben aufwärts zu den oberen Retorten.

Fig. 156.

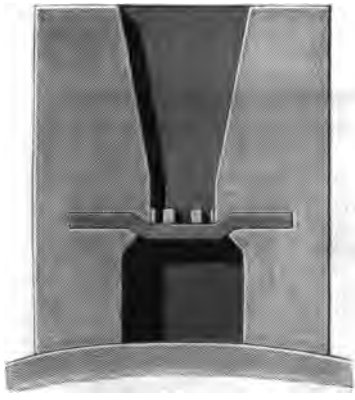


Im Ofengewölbe, das die Retorten umgiebt und die Feuerſtröme ihnen ſo nahe als möglich bringt, befinden ſich einige Oeffnungen *o*, die zu einem horizontalen Canal *g* führen, welcher mit dem Hauptkamin direct, oder durch einen längs der Ofenreihe hinlaufenden zweiten weiteren Canal in Verbindung ſteht. Es iſt aber dieſe Ableitungsart des Rauches und der heißen Luft nicht die ausſchließlich übliche, ſondern häufig wird dieſelbe nicht durch Oeffnungen in der Höhe des Gewölbes, vielmehr in der Rückwand des Ofens gegenüber der Rückwand der Retorten bewerkſtelligt.

135 Oefen mit frei im Feuerraum liegenden Retorten. — Dieſe mehr für Thonretorten oder für Thon- und Gußeiſenretorten zuſammen dienenden Oefen haben gewöhnlich eine weit geringere Roſtfläche, als die vorher beſchriebe-

nen, die Seitenwände des Feuerraumes laufen trichterartig auseinander, wie Fig. 157 zeigt. Die Roſtſtäbe ſind gewöhnlich von Stabeiſen und beweglich, auch weniger an der Zahl, als bei überwölbten Feuerungen. Ein Ofen, von dem engliſchen Gasingenieur Croll in dem Gaswerke der Central-Gasconſumenten-Geſellſchaft zu Bow erbaut, hat z. B. für dreizehn Retorten von 9 Fuß Länge nur einen Roſt von zwei ſchmiedeeiſernen Stäben von 2 Zoll Seite, $3\frac{1}{2}$ Fuß Länge, und die Weite des Feuerraumes in der Ebene des Roſtes beträgt nur 6 Zoll, während ſie oben 16 Zoll iſt.

Fig. 157.



Dieſe Roſte werden ziemlich hoch mit Cokes (das gewöhnliche Brennmaterial) oder Steinkohlen gefüllt, damit die unten durch den Roſt eintretenden und zur Bildung von Kohlenſäure verbrauchte Luft beim Aufwärtsſtrömen durch die glühende Kohlenſchicht wieder in Kohlenoxyd verwandelt werde, welches Gas beim Ausſtrömen aus den Kohlen mit langen Flammen verbrennt. Die Roſtſtäbe ſind von Schmiedeeiſen, weil ſie höhere Hitze aushalten müſſen, als die gewöhnlichen Roſte; aus dem gleichen Grunde ſteht im Aſchenfall eine Pfanne mit Waſſer, das durch hineinfallende glühende Cokestheile zum Theil verdunſtet und zum Abkühlen des Roſtes beiträgt. Der durch die glühende Kohlenſchicht aufſteigende Waſſerdampf wird unter Bildung von Kohlenoxyd in Waſſerſtoffgas zerſetzt, und trägt ſo ebenfalls zum Brennen der Heizmaterialien mit Flamme bei. Die Beweglichkeit der Roſtſtäbe iſt nöthig, weil ſie oft gerüttelt und ſelbſt herausgezogen werden müſſen, um von den anhängenden Cokesſchlacken gereinigt zu werden.

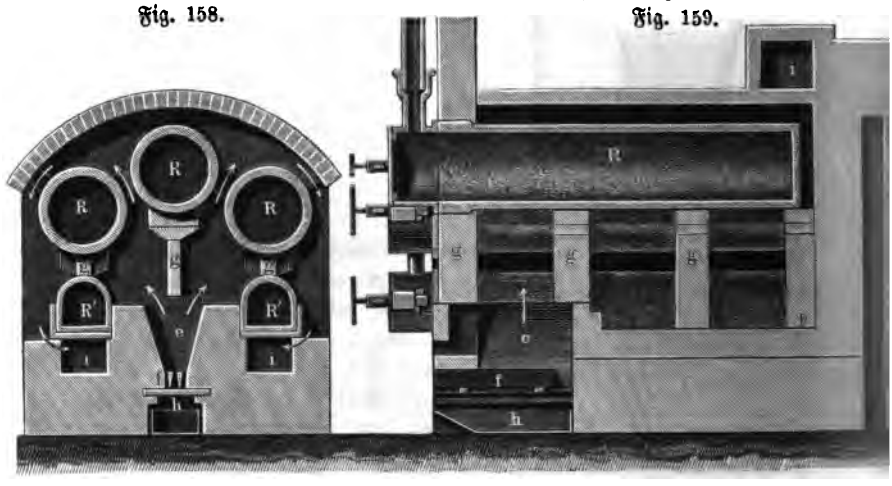
Die Einrichtung eines ſolchen Ofens ohne Ueberwölbung des Feuerraums, die Lagerung der Retorten darin und zugleich die Vertheilung von Thon- und Eiſenretorten im gleichen Ofen wird aus Fig. 158 u. 159 (a. f. S.) erſichtlich. Dieſe Figuren, in $\frac{1}{48}$ der natürlichen Größe, ſtellen zwei aufeinander ſenkrechte Durchſchnitte eines Croll'ſchen Ofens dar. *RR* ſind cylindriſche Thonretorten, *R'* zwei Dförmige Eiſenretorten, *e* der Feuerraum, *f* die Roſtſtäbe, *g* die aus feuerfeſten Backſteinen aufgeführten Pfeiler zur Unterſtützung der Retorten, *h* der Aſchenfall, *i* die Rauchcanäle. Die Eiſenretorten werden von der Hitze erſt dann getroffen, wenn dieſe auf die Thonretorten eingewirkt hat, überdies ſind ſie an den ſtärkſt ausgeſetzten Ecken mit Thonplatten geſchützt.

Wir ſchicken der Betrachtung eines andern Croll'ſchen Ofens mit frei circulirendem Feuer und beiderlei, d. h. eiſernen und thönernen Retorten, die Beſchreibung einer beſonderen Retortenform, die ſich in mehrfacher Beziehung gut bewährt haben ſoll, voraus.

Dieſe Conſtruction iſt ebenfalls zuerſt von Croll angegeben worden. Er wendet ſie ſowohl auf Thonretorten als Eiſenretorten an, und beide charakteriſiren

ſich dadurch, daß ſie durchweg hohl ſind, alſo keine Rückwand haben und mit beiden Enden über die Mauer des Retortenofens herausragen. Die Eiſenretor-

Fig. 158. Fig. 159.



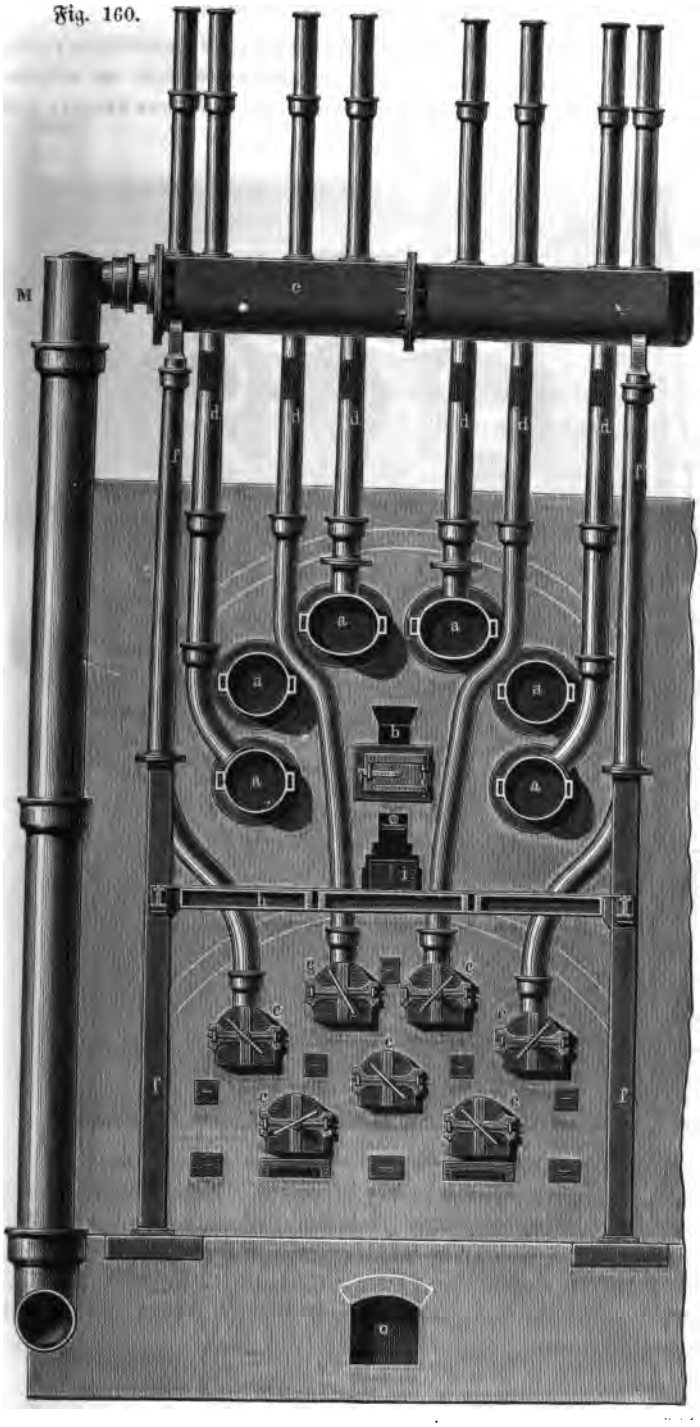
ten ſind aus einem Stück ohne Mundſtück, die Röhrenanſätze für die Leitungsröhre ſind alſo angegoſſen. An jedem Ende der Retorte iſt ein ſolcher Anſatz und jedes Ende iſt ſo geformt, wie das Mundſtück der gewöhnlichen Eiſenretorten, d. h. es hat die Einrichtungen, die zum Verſchluß mit einem Deckel nöthig ſind. Die Thonretorten beſtehen aus mehreren kreisförmigen oder elliptiſchen Röhrenſtücken, die mittelſt feuerfeſter Thonmaſſe aneinander gekittet ſind; ſie haben ebenfalls zwei offene, mit Thüren verſchließbare, über die Ofenwand herausragende Enden. An dieſen Retorten ſind gußeiſerne Mundſtücke für die Aufnahme der Thür und mit einem Röhrenanſatz verſehen angebracht.

Die Länge jeder dieſer Retorten iſt ungefähr 20 engliſche Fuß. Der zu dieſen Retorten gehörende Ofen hat nicht eine eigentliche Rückwand, ſondern zwei parallele Wände mit Heizthüren, Retortenmündungen zum Beſchicken mit Kohlen u. ſ. w., kurz eine wie die andere ganz beſchaffen wie die Vorderwand eines gewöhnlichen Gasretortenofens.

Croll errichtete in dem Gaswerk der Central-Gasconſumenten-Geſellſchaft zu London mehrere Oefen mit ſechs thönernen und ſieben eiſernen Retorten.

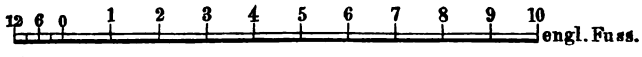
Charakteriſtiſch für dieſen Ofen iſt beſonders noch das, daß die Thon- und Eiſenretorten in geſonderten Gewölben liegen. Fig. 160 ſtellt eine Vorderanſicht, Fig. 161 einen ſenkrechten Durchſchnitt quer über die Retortenaxen, Fig. 162 einen ſenkrechten Längendurchſchnitt durch die Scheitel der Gewölbe dar. Alle dieſe Abbildungen ſind auf $^1/_{48}$ der natürlichen Größe gezeichnet. *aaa* ſind ſechs Thonretorten, die oberſten zwei elliptiſch 16 Zoll : 12 Zoll engliſch, die anderen vier kreisrund. Dieſe liegen ſämmtlich im obern Ofengewölbe *S*. *ccc* ſind ſieben Dförmige gußeiſerne Retorten, ſämmtlich in dem untern Ofengewölbe *T* gelegen. *dd* ſind die Gasabzugsröhren (fünf derſelben in Fig. 161 nicht gezeichnet), die in die Vorlage *e*, welche über dem Ofen liegt, münden.

Fig. 160.



Die Vorlage *e*, Fig. 161 u. 162, wird von den hohlen gußeisernen Säulen *f* getragen; dieſe Pfeiler *f* ſind durch Querriegel *hh* mit einander verbunden, auf welchen eine gußeiſerne Platte ruht, die den Boden des Aſchenfalls des Ofens *b* bildet; *i* iſt ein

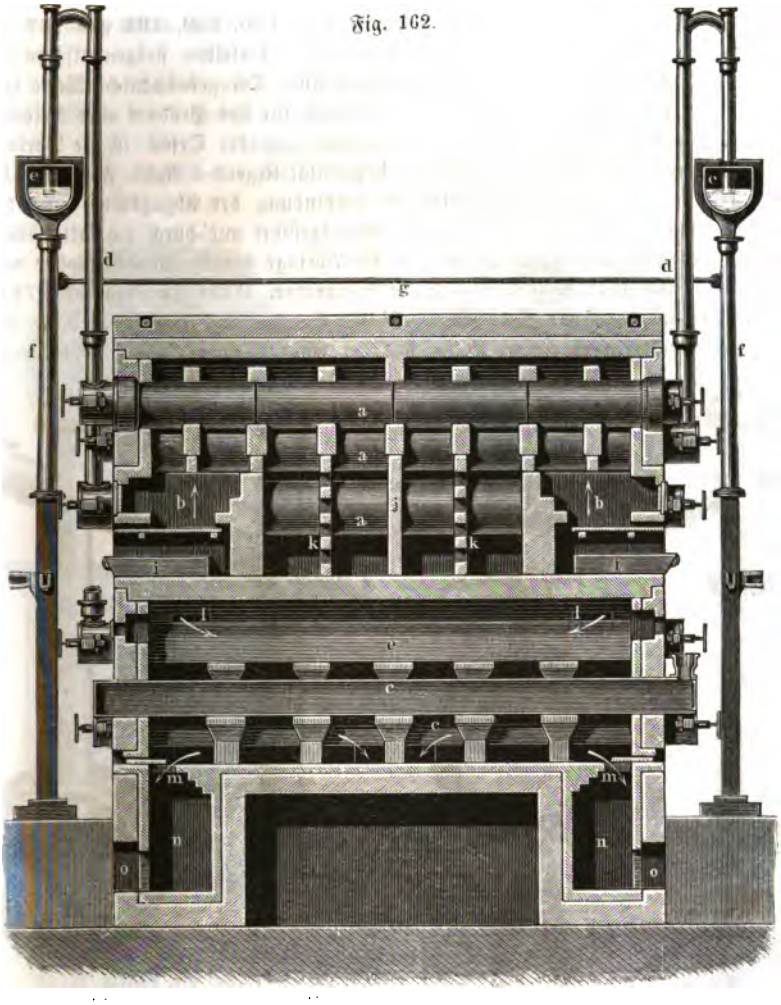
Fig. 161.

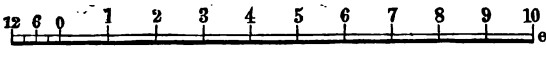


Eiſenblechgefäß, mit Waſſer gefüllt. Der Roſt hat nur einen runden Stab. *j*, Fig. 162, iſt die Scheidemauer zwiſchen den beiden Oefen *bb* im obern Gewölbe. *kkk* ſind die Mauern, auf welchen die Retorten ruhen, dieſe ſind (Fig. 162) durchbrochen, um dem Strom der heißen Verbrennungsprodukte des Rauchs u. ſ. w. Durchgang zu laſſen.

ll, Fig. 160 u. 162, ſind vier viereckige Oeffnungen, 14 Zoll : 10 Zoll engliſch weit, welche in das Gewölbe des untern Ofens gebrochen ſind, um die Flamme

Fig. 162.





und heißen Verbrennungsprodukte aus dem obern in dieſen zu führen. *mm* ſind Oeffnungen im Boden des untern Ofens, die mit den horizontalen Canälen *nn* communiciren und durch welche der Strom der Flamme in den Hauptkamin abgeführt wird; dieſe ſind mit Schiebern verſehen, um den Zug regeln zu können. Die Vortheile dieſer Anlage ſollen in großer Brennmaterialienerſparniß liegen; es wird unten bei der Betrachtung des Betriebes weiter die Rede davon ſein.

Die Gasabzugsröhre und die Vorlage. — Es ist wiederholt von
136 der Stelle die Rede gewesen, an welcher die Gasabzugsröhren mit den Retorten zusammengefügt sind und von der Art und Weise, wie dies bewirkt wird. Die Figuren 141 bis 143, 147 bis 152, ferner 155, 156, 159, 161 und 162 geben davon eine hinlänglich deutliche Vorstellung. Dieselben steigen also in der Regel senkrecht nahe an der Retortenmündung auf. Die gebräuchliche Weite derselben ist 4 bis 6 Zoll. Das erste Sammelgefäß für das Product aller Retorten eines Ofens oder selbst mehrerer neben einander liegender Oefen ist die Vorlage (barillet, hydraulic main), ein weites, horizontal liegendes Rohr, Fig. 155 *M*, Fig. 156 *i*. Die gewöhnlichste Art der Verbindung der Abzugsröhre und der Vorlage ist die, daß letztere über erstere hinaufgeführt und durch ein sattelförmiges Zwischenstück mit einem zweiten in die Vorlage hinabreichenden Rohre verbunden ist. Es ist z. B. Fig. 163 *S* die Steigröhre, *T* das Zwischenstück, *U* das in die Vorlage tauchende Röhrenstück, *M* die Vorlage mit Flantsche. Eine andere Verbindungsart der Steigröhre mit der eintauchenden ist Fig. 164 darge-

Fig. 164.

Fig. 163.

stellt. *S* ist die Steigröhre, *T* das Zwischenstück, *U* die absteigende Röhre, *i* die Vorlage mit Flantsche, *k* (siehe Fig. 156) ein am Ende derselben excentrisch angebrachter Ansatz, durch welchen einerseits der abgesetzte Theer, andererseits die gasförmig und die noch dampfförmig gebliebenen Producte fortgeführt werden; *W*, Fig. 161, hat denselben Sinn. Die horizontale Vorlage

ist am häufigsten aus Gußeisen gemacht, und in der Regel ist sie cylindrisch; es kommt aber auch vor, daß man sie aus genietetem Eisenblech macht, und zuweilen giebt man ihr auch im Querschnitt die D-Form, die flache Seite nach oben, die convexe nach unten gekehrt, wie Fig. 162. Die Wandstärke der gußeisernen Vorlagen beträgt $^5/_8$ bis $^6/_8$ Zoll und ihr Durchmesser 12 bis 18 Zoll. Weil ihre Schwere ein Hinderniß, und zwar nicht nur ein ökonomisches, gegen beliebiges Erweitern der Dimensionen ist, hat man begonnen, Eisenblechvorlagen zu machen. Fig. 165 ist ein Durchschnitt durch die Mitte einer solchen Röhre. Fig. 166 eine Ansicht des Endes einer solchen. Fig. 167 eine Längenansicht,

Fig. 165.

Fig. 166.

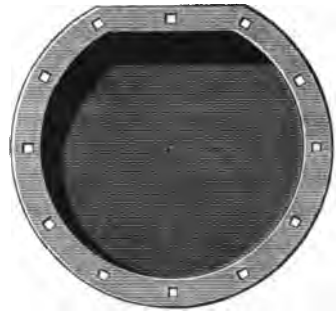
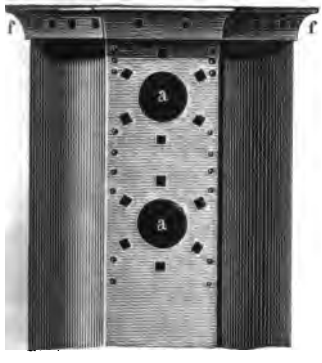


Fig. 167.



von der obern Seite der Röhre gesehen.

Das Material, woraus die Röhre gemacht ist, besteht aus $^3/_8$ Zoll dickem Kesselblech. Die Röhre ist nicht kreisrund, sondern oben abgeplattet (Fig. 167). Der cylindrische Theil ist aus Blechen von $5^1/_2$ Fuß Länge gemacht, deren zwei, eines von 3 Fuß, das andere von 2 Fuß Breite, durch Nietung aneinandergefügt werden. Die Naht *m* liegt bei der einen Blechlänge auf der rechten, bei der nächsten auf der linken Seite. Die ganze Vorlage hat eine der Vorderwand der Oefen entsprechende Länge; an jedem Ende ist sie mit einer 3 Zoll breiten Flantsche versehen, durch welche die Bolzen gesteckt werden, um den Boden oder die nächsten Stücke ebenfalls mit Flantschen daran zu befestigen. Die Flantschen werden aus Façoneisen, Fig. 167 *ff*, gemacht; es sind Kränze von rechtwinklig gebogenen Blechstreifen, deren convexer Theil an die Röhren genietet ist, während der flache die Flantsche bildet.

Die flachen Stücke am obern Theil der Röhren sind etwa 7 bis 8 Fuß lang und auf den cylindrischen Theil ebenfalls mit Nieten befestigt. In diesen flachen Theil sind kreisrunde Oeffnungen *a a* geschnitten von etwa 5 bis 6 Zoll Durchmesser, in welche die absteigenden Enden der Gasabzugsröhren gesteckt sind; jede dieser Oeffnungen ist mit Nietlöchern umgeben, um die Flantsche

der eingesenkten Röhre zu befestigen. Die einzelnen Röhrenstücke haben Zwischenwände von Kesselblech *gg*, 7 Zoll hoch, und zwar in der Mitte jeder Blechlänge und an jedem Ende eine solche, so daß deren Entfernung von einander $2^1/_2$ Fuß beträgt. Diese tragen zum Verstärken des Ganzen bei. Vorlagen, auf diese Art und in den angegebenen Dimensionen ausgeführt, finden sich in verschiedenen englischen Gaswerken.

Wie aus den Figuren 162, 163 und 164 hervorgeht, tauchen die abwärts gekehrten Enden der Gasabzugsröhren bis auf eine gewisse Tiefe in die horizontale Vorlage ein. Es befindet sich in derselben eine Flüssigkeit, welche die Mündungen dieser herabsteigenden Röhren absperrt. Zu Anfang des Betriebes eines Ofens ist dieses Wasser, das man einfüllt, nach einiger Zeit wird es durch den gebildeten Theer und Theerwasser ersetzt. Die Wirkung der Vorlage ist eine doppelte: sie dient als Raum für die vorläufige theilweise Condensation von dampfförmigen mit dem Gas aufgestiegenen Körpern, und vermöge der vorhandenen Flüssigkeit als hydraulisches Ventil, mit dem jede einzelne Retorte abgeschlossen ist, so daß, wenn zum Zweck der Beschickung oder Entleerung eine derselben geöffnet wird, weder Luft weiter als bis zur Vorlage eindringen noch Gas aus den anderen Retorten des gleichen Ofens austreten kann. Die Theerabflußröhre wird so in die Vorlage eingefügt, daß letztere immer bis über die Höhe der Gasröhrenmündungen mit Flüssigkeit gefüllt bleibt (s. Fig. 164). Der Theer aus der Vorlage fließt in eine Cysterne ab.

137 **Das Retortenhaus.** So wird das Gebäude genannt, worin die Retortenöfen aufgerichtet sind. Es sind wenig allgemeine Regeln über Größe, Form und Constructionseigenthümlichkeit dieser Gebäude anzugeben. Was die Zahl der Retorten und Retortenöfen angeht, so ist darauf zu achten, daß sie wegen unvermeidlich vorkommenden Unbrauchbarwerdens und nöthiger Reparaturen um 20 bis 25 Proc. die aus dem Consum berechnete Zahl übersteige. Es wird unten beim Betrieb von der durchschnittlichen Dauer und Leistungsfähigkeit der Retorten die Rede sein; die hierüber gewonnenen Erfahrungssätze geben die Elemente der Rechnung an die Hand.

Die Form der Retortenhäuser englischer Gaswerke ist meist die rectanguläre und die Einrichtung so, daß die Bänke der Retortenöfen parallel mit den Langseiten des Gebäudes laufen. Die Oefen sind in einfachen oder doppelten Reihen aufgestellt, so daß nur nach einer Seite hin oder nach zweien Vorderseiten von Retorten liegen. Die Länge einer Ofenreihe (»Bank«) hängt natürlich von der Anzahl und Weite der Ofengewölbe ab, die Breite derselben von der Länge der Retorten und deren Aufstellungsart, ob zwei- oder einreihig. Bei sieben Fuß langen Retorten beträgt die Breite der einreihigen Bank etwa 8 Fuß, bei zweireihigen mit Einschluß der $1^1/_2$ Fuß starken Scheidemauer ungefähr 16 Fuß. Man läßt gewöhnlich 14 Fuß Raum vor jeder Ofenwand, so daß die ganze Breite eines Retortenhauses mit zwei mit dem Rücken gegen einander gekehrten Bänken $2 \times 14 + 16 = 44$ Fuß beträgt. Bei längeren als siebenfüßigen Retorten wird natürlich die Breite der Ofenbank und des Retortenhauses entsprechend größer. Die Ofenbank wird aber in der Regel auch an ihren Enden freigestellt, so

daß man rings um dieselbe mit Karren fahren kann. An den Enden der Ofenreihe läßt man wenigstens 7 Fuß Raum.

Die Weite eines einzelnen Ofengewölbes ist natürlich je nach der Retortenanzahl und anderen im Obigen erläuterten Verhältnissen sehr verschieden. Doch rechnet man im Durchschnitt von der Mitte eines Gewölbes bis zur Mitte des benachbarten 7 Fuß. Einem Gebäude mit 12 Oefen neben einander, also mit 24 Oefen, wenn doppelreihig aufgestellt, wäre demnach eine Länge (innen gemessen) von $12 \times 7 + 14 = 98$ Fuß zu geben.

In vielen Gaswerken werden längs der Ofenvorderwände Cokesgewölbe angelegt. In diesem Falle zieht man dem Ausgraben des für sie nothwendigen Raumes die Erhöhung der Ebene, in welcher die Feuerungen liegen, vor. Der Boden der Cokesgewölbe liegt in diesem Falle in gleicher Höhe mit der Bodenfläche, worauf das Gebäude steht. Die Sohle der Heizräume liegt 8 bis $8^1/_2$ Fuß höher, und bis 14 Fuß über diese Ebene reicht die Höhe der Umfassungsmauer des Hauses, das also eine Gesammthöhe von 22 bis $22^1/_2$ Fuß hat. In französischen Gaswerken häufiger, seltener in englischen, trifft man auch sechs- bis zwölfeckige Retortenhäuser, in deren Mitte das Hauptkamin steht. Das Dach der Retortenhäuser muß feuerfest sein, es ist deshalb aus schmiede- und gußeisernem Sparrwerk und häufig Eisen- oder Zinkblech, gewöhnlicher aber Schiefer ausgeführt. Endlich ist für geeignete Ventilation im Dache selbst oder durch Anlage von Saugcanälen, die mit dem Hauptkamin in Verbindung stehen, zu sorgen. Die Kamine, gewöhnlich freistehend, haben eine Höhe von 70 bis 100 und mehr Fuß und einen Querschnitt von 6 bis 16 Quadratfuß, je nach der Retortenanzahl. Man findet in der Praxis Schornsteine, die $^3/_{10}$, und solche, die $^6/_{10}$ Quadratfuß Querschnitt für je einen Quadratfuß Rostoberfläche haben. Die Kohlenmagazine sind in der Regel Anbaue rechts und links am Retortenhause.

Die Apparate zum Reinigen des Gases.

Bei der Reinigung des Leuchtgases handelt es sich theils um **Verdichtung** 138
gewisser dampfförmiger, dem Gas beigemischter Körper, theils um chemische Bindung gasförmiger Stoffe. Die Verdichtung wird bewirkt durch Erniedrigung der Temperatur des gas- und dampfförmigen Gemisches, und zwar entweder mittelst Vorbeiführens desselben an festen Körpern, woran sich die tropfbar oder fest werdenden Körper leicht ansetzen, oder mittelst Durchpassirenlassens durch kalte Flüssigkeiten, oder endlich nur durch längeren Aufenthalt in äußerlich abgekühlten Röhren.

Vorrichtungen, die durch Condensation wirken. Hierher ge- 139
hören zunächst die Kühler (refrigerants, condensers); dies sind in der Regel im Zickzack geführte Röhrensysteme, die man von außen kühl erhält. Man unterscheidet stehende (verticale) und liegende Kühlvorrichtungen. Die Figuren 168, 169 und 170 stellen eine gebräuchliche Construction der verticalen Kühler vor.

Fig. 168 iſt ein Längendurchſchnitt, Fig. 169 ein Querdurchſchnitt. Die Röhren *b, c, e* ſind von Gußeiſen und je nach ihrer Höhe können ſie aus einem Stück oder aus verſchiedenen mit Flantſchen verbundenen Theilen beſtehen. Sämmtliche

Fig. 168.

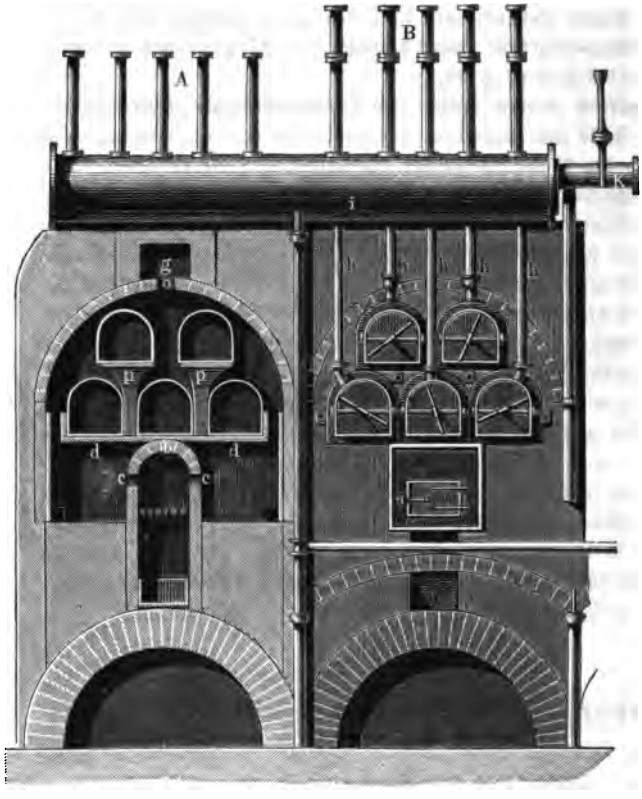
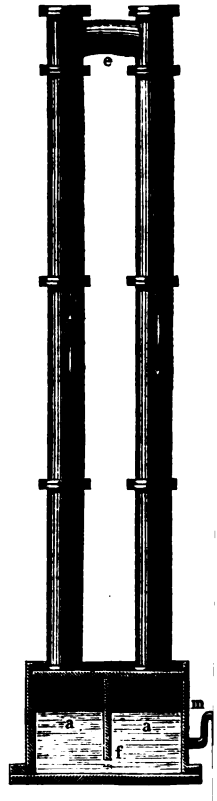


Fig. 169.



Röhren ſtehen auf einem gußeiſernen Kaſten, der ſowohl der Länge als der Quere nach in Fächer getheilt iſt; dieſe Fächer ſämmtlich ſind bis zu ungefähr ihrer halben Höhe *m* mit Waſſer gefüllt, und communiciren am Boden ſämmtlich mit einander, d. h. die Zwiſchenwände *f* reichen nicht ganz bis zum Boden. In dieſen Räumen ſammelt ſich der durch Condenſation erzeugte Theer und das Theerwaſſer; es iſt deshalb durch eine Abzugsröhre zu ſorgen, daß keine Ueberfüllung ſtattfinde. Das Abzapfen bei Erhaltung eines gleichbleibenden Niveau und ohne Gefahr des Austretens von Gas kann leicht durch eine heberförmig gebogene Röhre wie *g* geſchehen. Dem Querſchnitt nach ſind je zwei der ſtehenden Röhren oben mit einander verbunden, dem Längendurchſchnitt nach findet unten durch den Raum über *m* in dem Kaſten *A* Verbindung zwiſchen je zwei Röhren ſtatt. Fig. 170, ein Grundriß des Kaſtens, wird den Weg, welchen das Gas durch die doppelte Röhrenreihe nimmt, deutlich machen. *e* ſind die am Kopf der

Röhren angebrachten Sättel oder Brücken; *aa* die Fächer, in welche der Kasten *A* eingetheilt ist. Das Gas tritt bei *S* in den Kasten *A*, steigt durch die Röhre 1 auf, durch 2 ab, durch 3 auf, durch 4 ab und so durch alle ungeradzähligen auf-

Fig. 170.

wärts, durch die geradzähligen abwärts, bis es bei 18 unten aus dem Fach *a* austritt. Es kommt vor, daß man die Röhren, in welchen das Gas abwärts geht, etwa 1 Zoll unter das Niveau der Absperrungsflüssigkeit münden läßt; in diesem Falle erreicht man vollständige Condensation der im Gas enthaltenen Dämpfe, aber man hat den Nachtheil, daß das Gas den Druck der kleinen Wassersäule überwinden muß. Bei kalter Jahreszeit verliert die Röhrenleitung durch Strahlung in den Luftraum so viel Wärme, daß ein weiteres Unterstützungsmittel für die Abkühlung nicht nöthig ist, ja es kann sogar im Winter Verstopfung der Röhren durch condensirtes Naphtalin und kohlensaures Ammoniak, was sich in festen Rinden ansetzt, erfolgen. Im Sommer ist die erste Sorge: Abhaltung directen Sonnenlichtes; da aber dies häufig nicht ausreicht, so bedient man sich entweder einer Träufelvorrichtung, so daß die Röhren ununterbrochen auf ihrer ganzen Oberfläche benetzt werden, und sich vornehmlich darum, weil viel dieses Abkühlungswassers verdunstet und dadurch Wärme gebunden wird, abkühlen, oder man umgiebt, wenn nicht den ganzen Abkühlungsapparat, so doch die letzten Röhrenpaare, mit wasserdichten eisernen Kasten, die mit kaltem Wasser gefüllt erhalten werden. Dies Wasser muß häufig erneuert werden, um hinlänglich niedrige Temperatur zu behalten. Es wird daher eine größere Menge fließenden Wassers, wo man diese Einrichtung trifft, als immer vorhanden vorausgesetzt. Ist nicht Wassermangel ein Hinderniß für die letztgenannte Abkühlungsart, so ist es einfacher, den ganzen Abkühlungsapparat nicht zu stellen, sondern in ein Reservoir zu legen.

Fig. 171 (a. f. S.) giebt eine Seitenansicht eines horizontalen Kühlers. *A* und *B* sind zwei über einander und in einem gemauerten, theilweise mit Wasser gefüllten Becken *KK* gelegene Röhren; das Gas tritt bei *C* ein, geht von *A* nach *B* und von da seitlich durch *D* in eine andere Röhre, die mit *B* im gleichen Niveau liegt, von dieser durch einen Arm, ähnlich *E*, aufwärts in eine mit *A* in gleicher Ebene liegende Röhre, und so in immer ein anderes Paar über einander liegender Röhren, bis es wenigstens zehn bis zwölf Mal die ganze Länge des Wasserkastens durchströmt hat. Die horizontalen Verbindungen liegen sämmtlich auf der Seite, wo *D* sich befindet, die verticalen auf der, wo *E* liegt. Jedes Glied der unteren Röhrenreihe hat wie *B* an dem Verbindungsstück *F* ein Abzugsrohr für den verdichteten Theer. Dieses Winkelrohr *G* hat zwei mit Deckeln und Bügeln verschließbare Oeffnungen, um sowohl den horizontalen als den verticalen Canal reinigen zu können. *mm* ist eine eiserne Wand, in welcher alle

Röhren wasserdicht liegen; sie theilt die Cisterne *KK* in zwei Theile; der links liegende größere ist mit dem Abkühlungswasser gefüllt, der nach rechts liegende dient zum Sammeln des Theers. Die Mündung des Rohres *G* taucht unter das

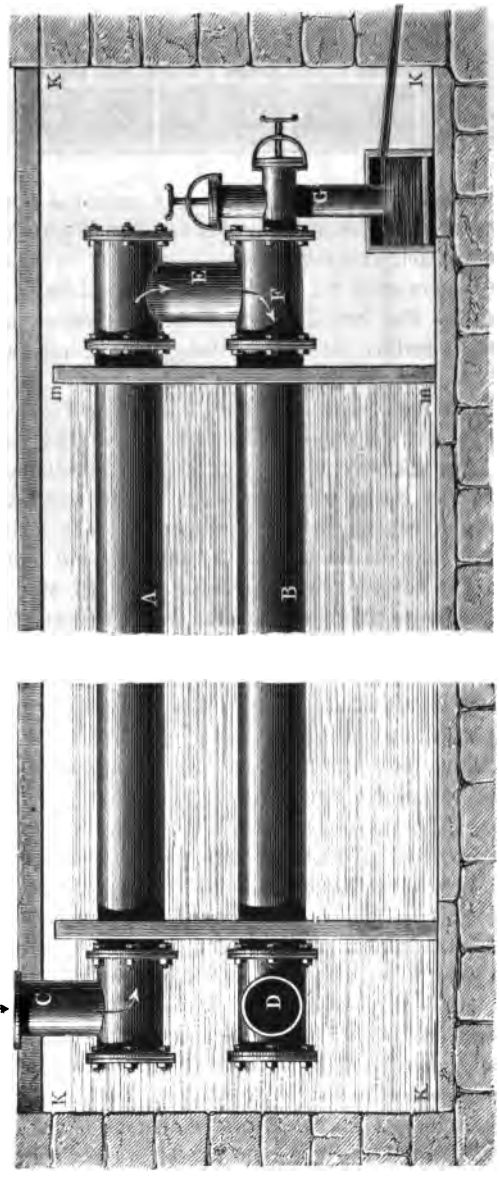


Fig. 171.

Niveau des in einem länglichen gußeisernen Kasten gesammelten Theers und Theerwassers, damit nicht Gas entweichen könne. Zum Behuf vollständigeren Auslaufens der condensirten Flüssigkeiten ist das ganze Röhrensystem gegen die Seite hin, wo sich die Ablaufmündung befindet, circa 1 Proc. der Röhrenlänge geneigt.

Das abkühlende Mittel bei den beschriebenen Vorrichtungen befindet sich außen, d. h. nicht in Berührung mit dem Gas. Bei den von Luft umgebenen Kühlern ist nur der Temperaturunterschied zwischen dem Gasgemische und der Atmosphäre wirksam, bei den mit Wasser umgebenen tritt zu Gunsten der abkühlenden Wirkungen die hohe specifische Wärme des Wassers verglichen mit der der Luft auf. Bei ihnen kann das abkühlende Medium am leichtesten durch rascheren oder langsameren Wechsel auf gleichmäßiger Temperatur erhalten werden, und bei dem Träufelapparate kommt das Latentwerden von Wärme, die zur Verdunstung des Wassers gebraucht wird, hinzu (siehe Gruppe Chemische Technologie des Wassers). Es kann deshalb nicht gut eine Regel angegeben werden für die Weite und Länge der Röhren des Kühlers. Die Weite entspricht indeß nahezu der Weite des Hauptleitungsrohrs bis zum Condensator, die Länge stellt man so her, daß auf je 1000 Kubikfuß stündlich durchströmenden Gases eine abkühlende Oberfläche von 90 Quadratfuß sich ergiebt.

Die nun zu betrachtende Gruppe von

Condensationsapparaten unterscheidet sich von der vorigen dadurch, 140
daß das Gas mit der abkühlenden Flüssigkeit in unmittelbare Berührung gebracht wird. Es ist deshalb der Vorgang in denselben nicht ein rein physikalischer, sondern es tritt eine chemische Thätigkeit, da das Wasser gewisse Stoffe, z. B. Ammoniak und Ammoniaksalze, theilweise absorbirt, hinzu; man heißt diese Apparate daher auch »Wascher«, und man unterscheidet folgende Systeme der Construction.

1. Das Gas durchbricht vermöge seines Drucks, ähnlich wie in den Vorlagen, eine nicht zu hohe Flüssigkeitssäule.

2. Das Gas strömt durch Gefäße, die mit lockeren und feucht erhaltenen festen Substanzen gefüllt sind.

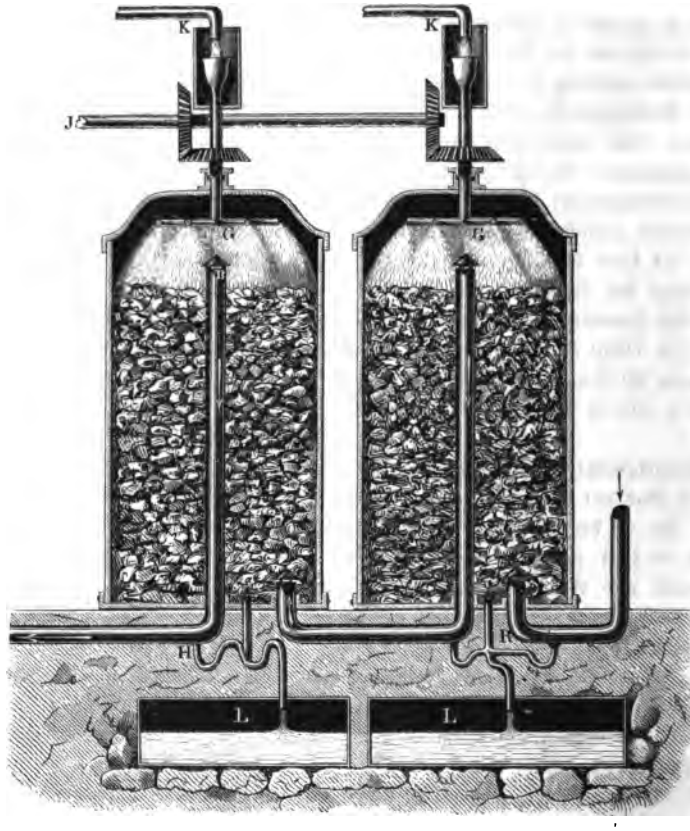
3. Es wird durch mechanische Vorrichtungen das Gas entweder durch die Wassermasse hindurch oder über sie hin und an beständig naß erhaltenen festen Körpern vorbeigeführt.

Die erstgenannte Vorrichtung trifft man zuweilen in englischen Gaswerken noch, und zwar ist ein solcher Waschapparat (das Waschfaß, wash-vessel) zwischen die Retorten und den Kühler eingeschoben. Wegen der Vermehrung des Druckes, den diese Einrichtung veranlaßt, und wegen der Nothwendigkeit häufiger Erneuerung des Wassers, da es sehr schnell theericht und warm wird, kam man bei Anlage neuer Gaswerke davon zurück.

Zu den Einrichtungen der zweiten Art gehören die sogenannten Scrubbers. Das sind, s. Fig. 172 (a. f. S.), eiserne, aus genieteten Blechen zusammengesetzte Cylinder, oder hölzerne stehende Tonnen, die mit Cokesstücken oder Steinen, auch zuweilen mit Holzspänen gefüllt sind, über welche gewöhnlich durch ein hohles und um seine verticale Axe drehbares Röhrenkreuz, an welchem viele Löcher an-

gebracht ſind, unaufhörlich Waſſer herabträufelt. Die Träufelvorrichtung iſt häufig auch ohne Drehung vorhanden. Das Gas ſtrömt unten in den Waſcher ein, geht durch den Waſſerregen aufwärts und wird, oben gefaßt, gewöhnlich noch

Fig. 172.



durch einen zweiten derartigen Apparat geführt. Es muß für Abzug des Waſſers und Theers am Boden des Waſchers und am unterſten Theile der Röhre geſorgt ſein. Die zu dieſem Zwecke dienlichen Einrichtungen ſind auf der Fig. 172 hinlänglich verſtändlich angedeutet. Die Scrubber laſſen an Sicherheit ihrer Wirkung manches zu wünſchen, indem ſie zwiſchen den Cokes oder Hobelſpänen zufällig weitere Durchpäſſe bilden können, durch welche das Gas, ohne beſondere Reinigung zu erfahren, hindurchſtrömen kann. Nach längerem Gebrauche laſſen dieſelben etwas an Wirkſamkeit nach, weil die darin vertheilten feſten Körper ſich ganz mit Theer überziehen. Die Rolle derſelben iſt aber eine doppelte: ſie ſollen das Waſſer in dünne Strahlen vertheilen und zugleich durch Flächenanziehung Theertheilchen verdichten. Es iſt eine unbeſtrittene Erfahrung, daß, ganz abgeſehen von Temperaturerniedrigung, das Vorbeiſtrömen des Leuchtgaſes an rau-

hen Flächen fester Körper, das Abgeben theeriger und anderer fester Bestandtheile sehr fördert.

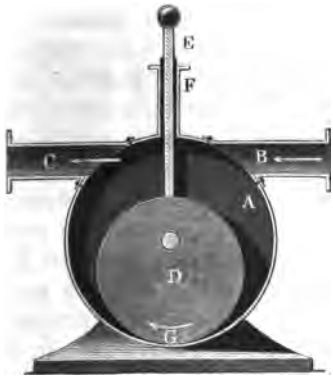
Aus diesen Gründen hat man in ziemlich vielen Gasfabriken mechanische Vorrichtungen zum Waschen des Gases eingeführt. Dieselben bedürfen nicht besonderer Beschreibung an dieser Stelle, da die gleichen Constructionen entweder auch zum eigentlichen Reinigen des Gases dienen, oder weil mit demselben Apparate noch ein anderer Zweck verbunden ist, das Ansaugen des Gases aus den Retorten; wir werden also bei den Reinigern und Exhaustoren diesen Vorrichtungen begegnen.

Wo Exhaustoren oder **Aspiratoren**, d. h. Apparate zum rascheren Ent- **141**
fernen des Gases aus den Retorten, in Anwendung sind, werden sie gewöhnlich unmittelbar hinter den Kühlern und Waschern in die Reihe der übrigen Vorrichtungen eingeschaltet. Es mag daher am Platze sein, dieselben auch hier abzuhandeln. Die Exhaustoren dienen gewöhnlich nur in größeren Gaswerken, wo sich die für ihren Betrieb nöthige Elementarkraft, Dampfmaschine u. s. w., lohnt. Ihre Vortheile sind vornehmlich folgende: Sie vermindern den Druck in den Retorten, der erfahrungsgemäß zur Zersetzung des Gases und der Kohlenablagerung an den Wänden die Hauptveranlassung ist. Wo ferner das Gas durch Flüssigkeiten geführt werden soll, kann der dazu erforderliche Druck verringert werden, wenn der Exhaustor hinter die Waschapparate gestellt wird.

Man kann diese Apparate eintheilen in trockenwirkende und hydraulische. Unter den erstern sind diejenigen zu verstehen, die nach dem Systeme der verschiedenen, für Wasserhebung längst gebrauchten Pumpen, excentrische und Kolbenpumpen, construirt sind.

Fig. 173 stellt einen solchen Apparat vor, den man in englischen Gaswerken trifft. *A* ist eine gußeiserne Trommel von 4 bis 5 Fuß Durchmesser und etwa 3 Fuß Breite (die Dimensionen lassen sich natürlicherweise sehr verändern; ein Exhaustor nach diesem System, der in den Westminster Gasworks arbeitet, ist wohl etwas größer, er dient aber auch für einige hundert Retorten). *B* ist ein röhrenförmiger Ansatz zum Einlassen, *C* ein solcher zum Ableiten des Gases. *D* ist eine zweite Trommel, deren Drehungsaxe excentrisch in ihr selbst, aber im Centrum der großen Trommel liegt. Das von der Axe entfernte Segment *G* dieser inneren Trommel berührt bei der Drehung derselben beständig die Innenwand der größeren. *E* ist ein Schieber, eine Eisenplatte von der Breite der Trommel, die in einem ebenso breiten geschlitzten Ansatz *F*, der senkrecht über der Trommel *A* steht, bei jeder Drehung von *D* auf- und abgeführt wird. Die Drehung von *D* erfolgt in der Richtung des Pfeiles. Der Raum rechts von *E*, der mit dem Einlaßrohr in Verbindung steht, vergrößert sich, bis *D* in der entgegengesetzten Stel-

Fig. 173.



lung, d. h. bis G unterhalb des Schlitzes F angekommen ist. Unmittelbar nach diesem Momente wird B einen Augenblick geschlossen, das eingelassene Gas aber durch den unteren Theil der Trommel A nach C zum Abzugsrohre gedrängt. Der in den Westminster Gaswerken aufgestellte excentrische Exhaustor läßt in der Stunde etwas über 12000 Kubikfuß Gas hindurch.

Eine andere Einrichtung eines ebenfalls trocken wirkenden Exhaustors ist die nach dem System der frottirenden Pumpe von Beale ausgeführte von Stolz. Fig. 174 erläutert das Princip dieses Apparates. A ist eine hohle Eisentrommel, auf der Axe a laufend und eingeschlossen in eine weitere Trommel B, ebenfalls von Gußeisen. An der letzteren befinden sich die beiden Röhrenansätze C und D für Ein- und Ausströmen des Gases nach der Richtung der Pfeile. Die Trommel A ist gleichsam in zwei Halbcylinder durch zwei auf beiden Seiten bis

Fig. 174.

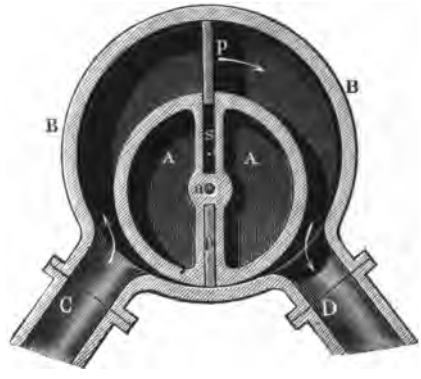


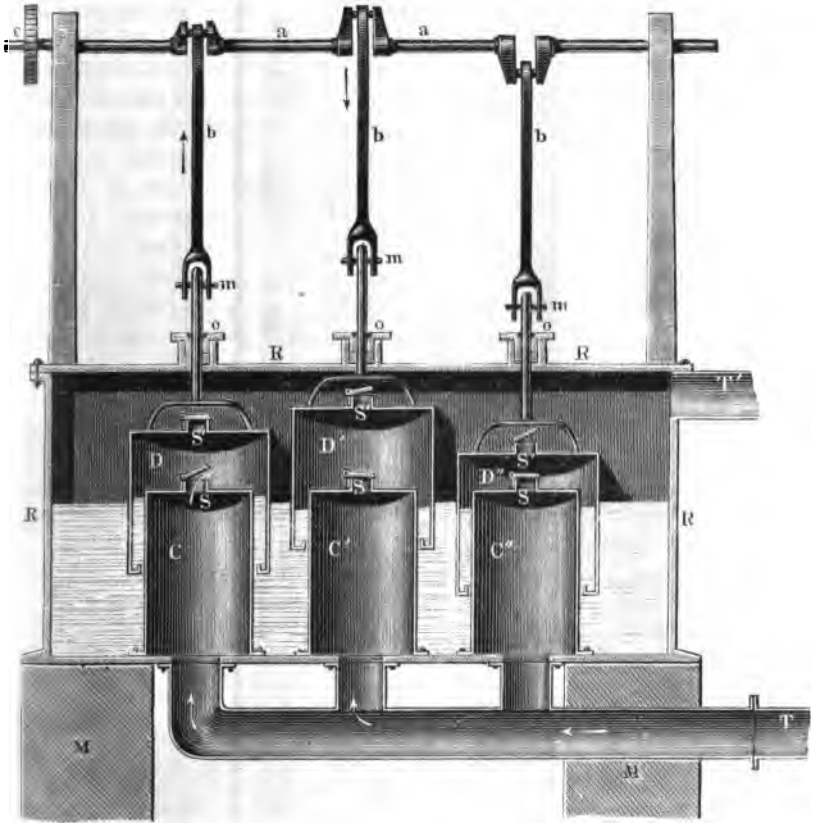
Fig. 175.

in die Nähe der Axe gehende Schlitze gespalten. In diesen Schlitzen gleiten zwei Platten pp von der Form Fig. 175, deren Distanz der Trommelwände B, deren Höhe aber etwas mehr als den Radius von A beträgt. Diese Platten haben gestählte Vorsprünge dd, mit welchen sie in einer Furche, die in die beiden Boden von B ganz nahe an der Peripherie eingelassen ist, gleiten. Dieselben werden durch diese Anordnung immer mit dem einen Ende nahe an der gewölbten Wand von B gehalten, während die excentrische Stellung von A bewirkt, daß sie in verschiedener Tiefe in die Schlitze s sich einschieben, je nachdem sie oben oder unten, oder nach den beiden Enden hin zu stehen kommen. Die Wirkung des Apparates ist die, daß in jeder Stellung der Trommel A die directe Communication zwischen C und D, sei es durch die Platten p, sei es durch die convexe Wand der Trommel A unterbrochen ist. Die Anzahl der Drehungen von A beträgt in der Minute 100 bis 120. Man hat in neuester Zeit auch Exhaustoren empfohlen, die in ihren wesentlichen Theilen nichts anderes als Ventilluftpumpen sind, so diejenigen von Anderson.

Der Aspirator von Pauwel's (»Glockenexhaustor«) ist eine hydraulische Luftpumpe, die auch in anderen Gewerben, z. B. bei Fabrikation endlosen Papiers, in der Essigsäurefabrikation zur Verdichtung der Dämpfe der Essigkammern u. s. w. dient. Hinsichtlich des Bewegungsmechanismus der Glocken sind verschiedene Constructionen im Gebrauch. Fig. 176, ein senkrechter Durchschnitt, wird die übrigens mannigfacher Modificationen fähige Einrichtung verständlich

machen. $C\ C'\ C''$ ſind drei eiſerne Cylinder, oben mit Klappenventilen S verſehen, unten offen und in Communication mit dem Rohre T, welches das Gas zuführt. Ueber dieſe drei feſtſtehenden Cylinder ſind drei bewegliche $D\,D'\,D''$ geſtülpt.

Fig. 176.



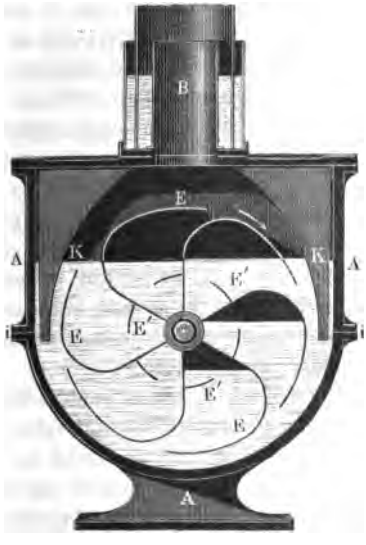
ſie haben am oberen Ende ebenfalls Klappenventile $S'\,S'\,S'$, unten ſind ſie offen, ſie gleiten anliegend an den unteren Cylindern auf und ab. Ihre Bewegung wird vermittelt durch die Stangen $m\,m\,m$, welche durch die Stopfbüchſen o hindurchgehen und unten im Bügel endigen, an welchem die Cylinder hängen; oben bilden ſie mit dem unteren Ende der Kurbelſtangen $b\,b\,b$ Gelenke. Dieſe Stangen ſind an der Wellenaxe $a\,a$ befeſtigt, die an jeder Stelle, wo ſie eine ſolche Stange aufnimmt, gekröpft iſt und dadurch drei Krummzapfen darſtellt. e iſt ein Zahnrad, das die Bewegung von einer Dampfmaſchine auf die Welle a überträgt. Die drei feſten und drei beweglichen Cylinder ſind umgeben von einem gußeiſernen Kaſten $R\,R$. Dieſer iſt bis nahe zur Höhe der Cylinder $C\,C'\,C''$ mit Waſſer gefüllt, daſſelbe bildet den Verſchluß zwiſchen den beiden Cylindern; es kann auch nicht unten in

Fig. 177.

die Cylinder $CC'C''$ eintreten. Beim Aufgang eines der oberen Cylinder DD' entsteht ein luftverdünnter Raum, wodurch das Ventil S geöffnet, das Ventil S' aber geschlossen wird; beim Niedergang von D oder D' aber wird S geschlossen und S' geöffnet; das auf diese Weise in den oberen Theil des Kastens R geschöpfte Gas strömt durch T' fort. Die Kröpfungen der Welle a sind so gerichtet, daß einer der Cylinder D sich aufwärts bewegt, während der andere niedergeht und der dritte eben in Umkehr, oben oder unten, begriffen ist. Durch diese Anordnung wird die möglichste Gleichmäßigkeit der Wirkungen hervorgebracht. Die Leistungen des Apparates von Pauwel's sollen ganz befriedigend sein, derselbe möchte aber etwas höher zu stehen kommen, als die vorher betrachteten.

Der Exhaustor, Fig. 177 im Längen-, Fig. 178 im Querdurchschnitt gezeichnet, ist als eine der oben genannten Einrichtungen anzusehen, welche nicht nur das Auspumpen, sondern theilweise auch das Waschen des durch sie strömenden Gases bewirken. AA ist das gußeiserne Gehäuse, ein wasserdichter Kasten, aus einem unteren liegenden, halbcylindrischen und einem oberen, die Stelle eines Deckels versehenden Theile bestehend, welche bei i durch Schrauben und zwischengelegte Dichtungsmittel auf einander befestigt sind. B ist ein weites die Zuleitung, C ein ähnliches die Ausleitung des Gases vermittelndes Rohr, beide einen breiten blechernen Ring tragend, der einen Zwischenraum mit dem Rohre läßt und mit Wasser gefüllt eine Absperrungsschicht bildet. D ist eine durch die ganze Länge des Apparates hindurchgelegte Axe; EE sind sechs Schaufeln, an der Axe sitzend, aus Blech gemacht. Der Schaufelapparat ist gegen die Seite B hin geschlossen, d. h. auf der Axe sitzt eine mit ihr sich drehende Scheibe, den Rand der Schaufeln bedeckend, auf der Seite der Ausleitung des Gases sind die Schaufeln offen. $E'E'$ sind schmalere Schaufeln, auf den Schaufeln E befestigt. Diese gehen nicht der ganzen Länge der Axe nach, sondern nur bis etwa gegen F. Nahe bei der Ausmündung des Gases bei C befindet sich eine verticale Blechwand, die aber nur bis zur Axe D herabreicht und an welcher die Schaufeln E möglichst nahe streichen. Die Axe D und der Schaufelapparat werden, wenn der Apparat in Function treten soll, in drehende Bewegung gesetzt; diese erfolgt in der Richtung des Pfeiles und geht entweder von einer Kur-

Fig. 178.



bel *H* oder von einer Riemenscheibe, die mit einer durch Elementarkraft gedrehten anderen Axe in Verbindung steht, aus, und ist vermittelt durch die zwei Zahnräder *G* und *G'*. Das bei *B* in den oberen Raum des Behälters eintretende Gas wird von den Schaufeln *E* bei ihrer Drehung gefaßt und unter die Wasserfläche *KK* gedrückt. Es kann nicht einen anderen Ausweg finden, als längs der Axe gegen das offene Schaufelende hin bei *C*. Auf diesem Wege ist es, wie in Fig. 178 angedeutet, zwischen dem Wasser gehalten und hat Gelegenheit, condensirbare Substanzen an dasselbe abzugeben. Man sieht, dieser Apparat hat einige Aehnlichkeit mit der Gasuhr, seine Wirkungsweise aber ist gleichsam die umgekehrte; während die Schaufeln der Gasuhr von dem einströmenden Gase aus dem Wasser gehoben werden, das Gas also das Bewegende ist, wird hier das Gas durch die Schaufeln abwärts unter die Wasserfläche gedrückt. Wegen seiner doppelten Wirkungen ist dieser Exhaustor ganz werthvoll; hat man aber nur die Function als Gaspumpe im Auge, so leisten die vorher erwähnten Constructionen mehr und fordern weniger Kraftaufwand zur Bewegung.

142 **Die Reiniger** (épurateurs, purifiers). Der Proceß der Reinigung des Leuchtgases bezweckt die Entfernung von theils sauren Gasen, wie Schwefelwasserstoff und Kohlensäure, theils von Ammoniak und dessen salzartigen Verbindungen, namentlich Schwefelammonium, Cyanammonium und kohlensaurem Ammoniumoxyd. Durch die Verdichtungsapparate und Wascher wird schon, wie oben bemerkt worden, ein Theil dieser der Leuchtkraft und der Annehmlichkeit der Gasbeleuchtung Eintrag thuenden Substanzen entfernt. In den Reinigern werden Mittel zu Hülfe gerufen, um chemische Verbindungen von beständigerer Aggregatform mit den genannten schädlichen Beimengungen hervorzubringen.

Diese chemisch wirkenden Substanzen müssen verschieden sein, je nachdem es sich um Entfernung basischer oder saurer Beimengungen handelt; nur in einigen wenigen Methoden ist die Mischung des Reinigungsmittels so combinirt, daß es gegen diese beiderlei Verunreinigungen und die Ammoniaksalze wirksam ist; häufiger findet man, wenn die basischen und sauren Verunreinigungen beseitigt werden sollen, zweierlei Reinigungsmittel in verschiedenen Reinigern, welche das Leuchtgas nach einander durchströmt.

Die zum Zurückhalten der Verunreinigungen bestimmten Substanzen befinden sich entweder in Lösung — »nasse Reinigung« — oder im festen Zustande, aber feiner Vertheilung — »trockene Reinigung« —. Es versteht sich von selbst, daß die Construction der Reiniger verschieden sein muß, je nach dem einen oder anderen System. Zum vorläufigen Verständniß der Vorgänge, auf die wir unten beim Betrieb nochmals zurückkommen müssen, diene folgendes:

Das verbreitetste Reinigungsmittel ist der Kalk, der für trockene Reinigung nur mit so viel Wasser gelöscht wird, daß er ein trocken anzufühlendes Pulver darstellt, für nasse Reinigung aber als eine nicht zu dicke Kalkmilch in Anwendung kommt. Der trockene Kalk kann nur den Schwefelwasserstoff und die Kohlensäure, seien diese gebunden oder frei, chemisch anziehen; das Ammoniak kann er höchstens mechanisch zurückhalten, und zwar dann um so mehr, wenn er durch Hindurchströmen feuchten Gases feucht geworden ist. Die Kalkmilch hält das Ammoniak ebenfalls nicht vollständig, doch etwas besser zurück, als der trockene Kalk.

Die Unvollkommenheit der Reinigung mit trockenem Kalk, die von den Dirigenten der Gaswerke meist vorgezogen wird, besteht wesentlich darin, daß das Ammoniak, falls es nicht dem Gase entzogen wurde, ehe es in den Kalkreiniger tritt, äußerst lästig wird, so oft die Entleerung des Gaskalks und das Einfüllen von frischem vorgenommen werden muß. Man hat daher in England, wenigstens in den meisten Gasanstalten, entweder für die vorgängige Entfernung des Ammoniaks besondere Einrichtungen getroffen, oder die nasse Reinigung eingeführt. Die trockene Reinigung mit Kalk erfordert mehr Material als die nasse, und da das Gas bei einer solchen Einrichtung, wie wir bald sehen werden, durch das fein vertheilte Kalkhydratpulver hindurchstreichen muß, dieses aber, namentlich wenn es feucht und klumpig geworden, leicht die Durchgänge verstopft, so liegt es nahe, daß ohne große Vorsicht die Reinigung unvollständig ausfallen kann.

Die nasse Reinigung bietet aber zwei sehr große Uebelstände. Wo nicht besondere mechanische Vorrichtungen vorhanden sind, muß das Gas die Flüssigkeiten durchbrechen, also in den Retorten und allen vor den Reinigern liegenden Apparaten eine starke Spannung ausüben, die zur Zersetzung desselben in den Retorten und zu Verlusten Anlaß giebt. Die Gasanstalten kommen überdies, wenn ihre Lage nicht besonders günstig ist, sehr leicht in den Fall, daß ihnen das Wegschaffen der Kalkmilch erschwert wird, da sie wegen des Geruchs und schädlicher Wirkungen auf Pflanzen und Thiere nicht in offene Canäle, Bäche oder kleinere Flüsse kann abgelassen werden. Der feste Gaskalk dient gewöhnlich, wie er ist oder nachdem er etwas geröstet worden, um den Theer zu zerstören und das Schwefelcalcium in Gyps zu verwandeln, als Düngemittel; in größeren Massen aufgehäuft, kann er zu höchst widrigen und schädlichen Effluvien Anlaß geben. Er enthält neben Kalkerde, die von den durchströmenden sauren Gasen unberührt geblieben ist, verschiedene Verbindungen derselben, und zwar in möglichst frischem Zustande Schwefelwasserstoffschwefelcalcium in solcher Menge, daß er als Enthaarungsmittel in der Gerberei dienen kann. Auch die zum Reinigen gebrauchte Kalkmilch enthält diesen Körper. Sobald aber zu dem trockenen Gaskalk etwas Luft hinzutreten kann, oxydirt sich das Schwefelcalcium zu unterschweflig-schwefelig- und schwefelsaurer Kalkerde. Graham fand einen trockenen Gaskalk (die Ammoniakverbindungen waren durch andere Reinigungsmittel, ehe das Gas in den Kalkreiniger strömte, hinweggenommen worden) zusammengesetzt aus:

Unterschwefligsaurer Kalkerde . . .	12,30
Schwefligsaurer Kalkerde	14,57
Schwefelsaurer Kalkerde	2,80
Kohlensaurer Kalkerde	14,48
Kalkerde	17,72
Schwefel	5,14
Sand	0,71
Wasser	32,28
	100,00.

Es verdient ein Vorschlag hier angeführt zu werden: dem Aetzkalk bei trockener Reinigung etwas schwefelsaures Natron in Pulverform beizumengen, wo-

durch Gyps gebildet wird, während das Natron den Schwefel aufnimmt, Schwefelwasserstoff-Schwefelnatrium bildend, welches leicht aus dem Gemenge ausgelaugt werden kann. Die Lauge läßt sich durch Eindampfen und Rösten wieder in schwefelsaures Natron verwandeln, das also von Neuem gebraucht werden kann.

Um das Ammoniak und seine Verbindungen zu entfernen, dienen entweder Säuren, und zwar verdünnte Schwefelsäure, oder gewisse Salze, die durch Ammoniak, Schwefelammonium und kohlensaures Ammoniak zerlegt werden. D'Arcet schon schlug 1816 verdünnte Schwefelsäure vor, diese ist nun von Croll in England an vielen Gasbereitungsanstalten eingeführt. Die Flüssigkeit wird nicht stärker als in einer Verdünnung von 3 bis 5 Thln. englischer Schwefelsäure auf 1000 Thle. Wasser angewandt, weil concentrirtere Säure der Leuchtkraft des Gases schaden könnte. In dem Maße, als die Neutralisation der Säure vorschreitet, wird concentrirte Säure allmälig nachfließen gelassen, bis die Flüssigkeit ein specif. Gewicht von 1,170 erreicht hat und mit Salzen beinahe gesättigt ist. Croll's Apparat, der mit den gewöhnlichen Reinigern ziemlich übereinstimmt, wird unten beschrieben werden.

Man macht von der Eigenschaft gewisser Metallsalze, sowohl das Ammoniak als das Schwefelammonium, das Cyanammonium und das kohlensaure Ammoniumoxyd zu binden, in verschiedenen Modificationen der Ausführung Gebrauch zum Gasreinigen. Es sind dazu vorgeschlagen worden Chlormangan, ein bis in jüngster Zeit nicht gut verwerthbarer Abfall der Chlorbereitung, der sich aus Chlorkalkfabriken wohlfeil beziehen ließ, und Eisensalze, Eisenvitriol und Eisenchlorür. Bei Anwendung der genannten Chlorverbindungen wird einerseits Schwefelmangan oder Schwefeleisen und Chlorammonium, andererseits kohlensaures Eisenoxydul und Manganoxydul und Chlorammonium gebildet, die eben erzeugten kohlensauren Salze in feiner Vertheilung können aber auf Schwefelwasserstoff und Schwefelammonium sowie auf Cyanammonium wiederum zerlegend und bindend einwirken, wie die Chlorüre. Nach einem Patent von Laming soll Eisenchlorür gemengt mit gebranntem Kalk, angewandt werden; es bildet sich Chlorcalcium und Eisenoxydulhydrat, dies wird durch den freien und den an Ammonium gebundenen Schwefelwasserstoff in Schwefeleisen verwandelt, während das kohlensaure Ammoniumoxyd und das Ammoniak, sei es auf noch unzerlegtes Eisenchlorür, sei es auf das Chlorcalcium, einwirken und kohlensaures Eisenoxydul oder Kalkerde und Chlorammonium erzeugen. Der Salmiak läßt sich auswaschen. Der Rückstand besteht aus kohlensaurem Kalk, Aetzkalk, Eisenoxydulhydrat und Eisenoxydhydrat und endlich aus Schwefeleisen, das in Berührung mit Luft zu schwefelsaurem Eisenoxydul wird, das aufs Neue auf den Kalk wirkt, Gyps und Eisenoxydulhydrat bildend. Letzteres soll wieder durch Luftberührung oxydirt und auf diese Weise viele Male brauchbar werden. Man sieht, daß bei diesem Vorgang im Anfang Chlorüre und später schwefelsaure Salze zerlegt werden, daß also im Anfang Chlorammonium, am Ende aber schwefelsaures Ammoniumoxyd gebildet wird. Die mehrmalige Benutzung des Eisensalzes läßt sich nur durch Sulfuretbildung, abwechselnd mit dessen Oxydation, also Bildung schwefelsauren Eisenoxyduls erreichen. Deshalb gehen andere patentirte Vorschläge dahin, von vornherein Eisenvitriol zu nehmen. Es dienen dazu geröstete Pyrite oder Eisenvitriol, gemengt mit Kreidepulver zu besserer Vertheilung, wenn es sich um trockene Reini-

gung handelt, oder Eisenvitriollösung bei nasser Reinigung. Die Wirkungen dieses Salzes sind mit dem Obigen hinlänglich erläutert. Wenn beim Auslaugen der Masse etwas unzersetzter Eisenvitriol mit in die Lösung geht, so läßt sich dieser niederschlagen durch Zusatz von Condensationswasser aus den Waschern, welches ebenfalls kohlensaures Ammoniumoxyd und Schwefelammonium enthält. Näheres über diese Verhältnisse unten bei der Beleuchtung des Betriebes.

Die trockenen Reiniger bestehen fast ausnahmslos aus cylindrischen 143
oder länglich viereckigen geräumigen Gefäßen, in welchen mehrere Hürden aus Holz oder Eisen, in Zwischenräumen von etwa 1 Fuß, übereinander eingesetzt sind, auf welchen die grobkörnige oder pulverige, zum Reinigen dienende Substanz in Schichten von einigen Zollen ausgebreitet ist. In Frankreich trifft man häufiger cylindrische kleinere Reiniger, in England und Deutschland mehr die viereckigen und von etwas größerem horizontalen Flächeninhalt. Das Material, woraus diese trockenen Reiniger gemacht sind, ist für den Deckel genietetes Eisenblech, Kesselblech, mit gutem Theeranstrich versehen, für den Kasten in der Regel gußeiserne Platten. Das Gas strömt durch die Hürden und das Reinigungsmittel in der Richtung von unten nach oben oder seltener umgekehrt. Um größere Vertheilung zu erzielen, ist es namentlich in französischen Gasbereitungsanstalten üblich, dem Kalk geschnittenes Moos beizumengen. Anderwärts hält man dieses Hülfsmittel nicht für nothwendig. Die Röhre für Zuleitung des Gases mündet gewöhnlich nahe dem Boden des Reinigers unter der untersten Hürde, das Abzugsrohr oben nahe dem Deckel, und zwar geht es durch den Deckel hindurch oder steht innen zwischen den Hürden aufrecht, so daß das gereinigte Gas über der obersten Hürde eintritt und zunächst abwärts fortgeleitet wird. Häufiger ist der Weg für den Wiederaustritt des Gases bei viereckigen Reinigern nicht ein Rohr, sondern ein senkrechter schmaler Canal, der in seiner Breite und Tiefe einer der vier Wände des Reinigers entspricht und von dem Deckel überspannt wird. Der letztere ist durch hydraulischen Verschluß gedichtet, d. h. es befindet sich rings um die Wände des Reinigers an dessen oberem Rande eine Rinne, die mit Wasser gefüllt ist, in welches der Rand des Deckels eingestülpt ist.

Fig. 179.

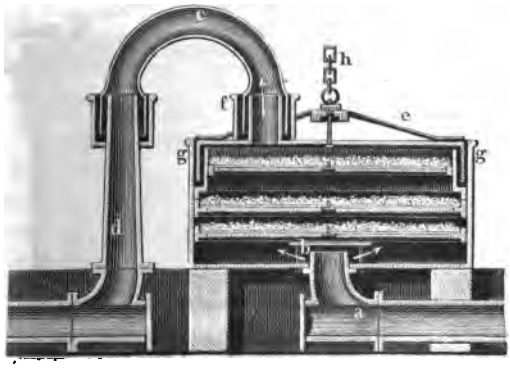


Fig. 179 stellt den senkrechten Durchschnitt eines viereckigen trockenen Reinigers vor; *a* ist das Zuleitungsrohr, *b* eine eiserne Platte über demselben zum Schutze gegen hineinfallenden Kalk u. s. w.; *c* das Gasabzugsrohr, es steht einerseits auf dem Deckel *e*, andererseits auf einem senkrecht stehenden festen Rohr *d*, das zu den Gasbehältern führt; *c* ist

Fig. 180.

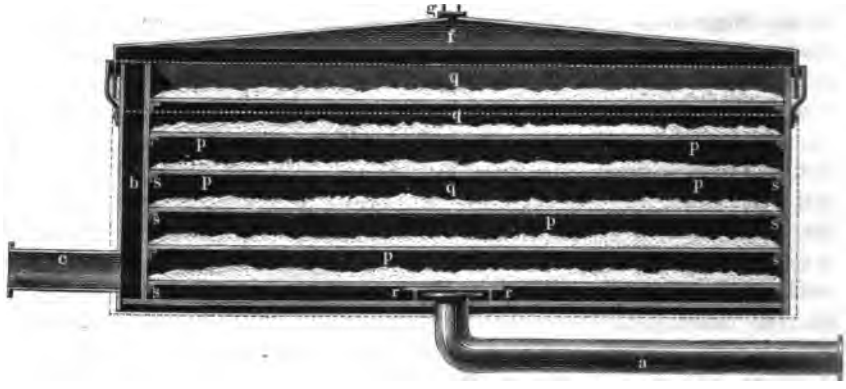
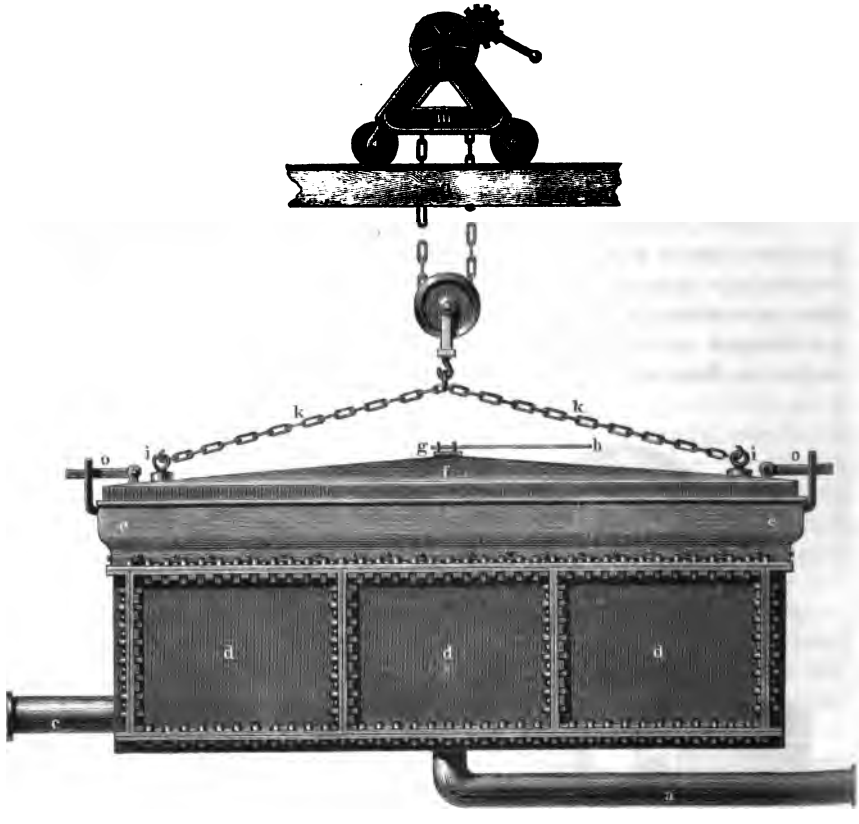


Fig. 181.



knieförmig und die beiden Enden ruhen in den mit Waſſer gefüllten Rinnen *f*, die einen ähnlichen Verſchluß bilden, wie die um den ganzen Reiniger herumgehende Rinne *gg*. Der Deckel *e* kann durch eine Kette und eine Hebevorrichtung von dem Reiniger weggenommen werden, nachdem das Knierohr *c* ausgehoben iſt.

Fig. 180 iſt ein ſenkrechter Durchſchnitt, Fig. 181 die Seitenanſicht eines trockenen Reinigers, in welchem der Abzug des Gaſes nicht durch ein in den Deckel eingeſetztes Rohr, ſondern durch einen längs der Schmalſeite des rectangulären Kaſtens angebrachten Canal abwärts geführt wird. *a* iſt das Zuleitungsrohr, *b* der Canal, *c* das Abzugsrohr für das durch die drei Schichten des Reinigungsmaterials aufgeſtiegene Gas. *ddd* ſind die gußeiſernen, durch Schrauben an ihren aufgebogenen Rändern mit einander verbundenen Platten, aus welchen die Wände zuſammengeſetzt ſind; *e* iſt die aus Keſſelblech gemachte aufgeſchraubte Wand der Rinne; *f* der aus Blech durch Nietung zuſammengefügte Deckel, der bei *g* einen Hahn hat, welcher vor dem Heben mittelſt des Hebels *h* geöffnet wird, um Luft einzulaſſen. *ii* ſind Ringe, an den vier Ecken des Keſſels feſtſitzend, in welche die Haken der vier Ketten *k* eingehängt werden, wenn man den Deckel heben will. Das Heben geſchieht durch mannigfach modificirte Mechanismen; hier z. B. mittelſt einer Winde *m*, wie ſie beim Errichten von Bauten zum Aufziehen von Steinen dient, welche auf einer Bahn *n* auf dem Gebälke beweglich iſt, ſo daß der an ihr hängende Deckel auf die Seite geſchoben und an einer gelegenen Stelle abgelegt werden kann. *oo* ſind Hebel, deren vier am Deckel angebracht ſind, die umgeſchlagen werden und an welchen ſich ein Riegel befindet, der mit ſeinem Bart unter den Rand der Rinnenwand greift, um ſo den Deckel feſtzuhalten. *pp* ſind ſechs Hürden, auf welchen *qq* das Kalkpulver ausgebreitet iſt, ſie liegen auf den Leiſten *s*. *rr* iſt eine Eiſenplatte, einen Zoll über der Mündung des Rohres *a* angebracht, damit nicht Kalk in letzteres fallen und es verſtopfen könne. Die Größe und Dimenſionen dieſes Reinigers gehen aus dem beigegebenen Maßſtab hervor, ſie wechſeln übrigens ſehr. Die Kalkſchichten werden etwas niedriger genommen, wenn die Anzahl der Roſte größer. Die Trockenreiniger haben drei bis ſechs Roſte. Bei ſechs Roſten macht man die Schichten nicht ganz 2 Zoll hoch, bei drei oder vier Roſten darf man ſie bis 3 Zoll hoch legen. Ueber das Verhältniß der Oberfläche des Reinigers zur Menge des in einem Tage hindurchſtrömenden Gaſes ſind feſte Regeln nicht leicht anzugeben. Zunächſt hängt dies von der Anzahl der Roſte ab, die in dem Apparate über einander angebracht ſind, dann aber namentlich von der Beſchaffenheit der Kohle.

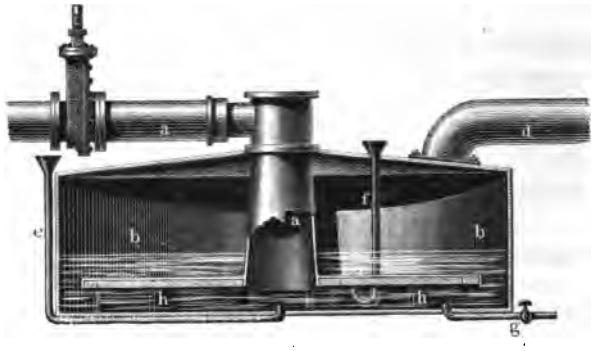
Nach Clegg's Vorſchriften wird für je 3600 Kubikfuß täglich durchſtrömenden Gaſes 1 Quadratfuß Oberfläche eines Reinigers mit vier Roſten angenommen. Bei gewiſſen Kohlen muß indeſſen dieſe Fläche um $^3/_2$ bis 2 Mal vergrößert werden.

Die naſſen Reiniger ſind entweder ſo eingerichtet, daß das Gas die 144
Flüſſigkeit durchbrechen muß oder daß es nur über dieſe hinweg und an bewegten ſtets naß erhaltenen feſten Theilen vorbeizuſtreichen hat. Bei den Reinigern

der ersten Art ist eine Rührvorrichtung nöthig, wenn das Reinigungsmittel in Form einer Emulsion angewendet wird.

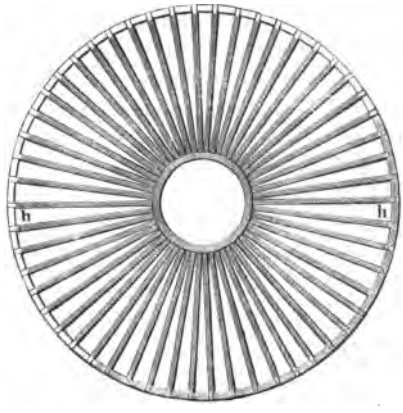
Croll's Reiniger zur Entfernung des Ammoniaks mittelst verdünnter Schwefelsäure hat die in Fig. 182 angegebene Einrichtung. Das Gefäß ist eine hölzerne,

Fig. 182.



mit Bleitafeln ausgelegte Tonne von etwa 10 Fuß Durchmesser und 3 Fuß Höhe. Auf ihrem Boden liegt ein aus strahlenförmig zusammengefügten hölzernen Rippen bestehender Kranz *h*. Die Schienen, woraus derselbe, Fig. 183, besteht, sind etwa 8 Linien hoch und sein Durchmesser ist etwa 1 Fuß kleiner, als der des Waschgefäßes.

Fig. 183.

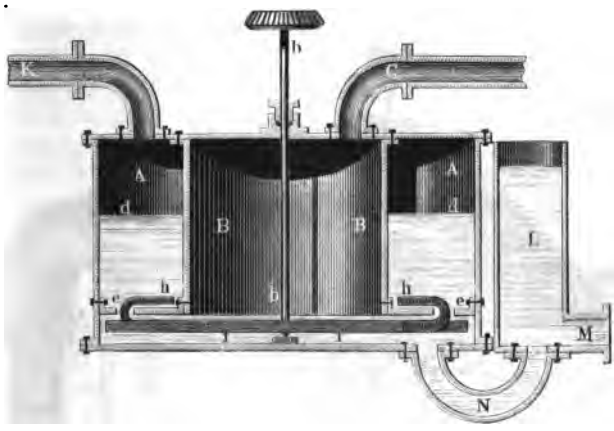


Auf diesem Holzkranze liegt ein Bleideckel von der gleichen Größe. Der Strahlenkranz und der Deckel sind in der Mitte offen und die Oeffnung nimmt das Gasleitungsrohr auf; die untere Mündung dieses letzteren, sowie der Bleideckel, tauchen unter der verdünnten Säure ein. *aa* ist das Zuleitungsrohr; *bb* die Tonne; *e* und *f* sind heberförmige Bleirohre, das eine um Wasser, das andere um verdünnte Schwefelsäure in den Waschapparat einzuführen; *g* ist ebenfalls ein Bleirohr, durch welches die Salzlösung abläuft, wenn sie die oben angegebene Concentration angenommen hat. Das Gas tritt aus *a* zwischen den Hohlräumen, die von dem Holzkranze *h* gelassen sind, radial unter dem Bleideckel gegen die Peripherie der Tonne und steigt dort durch die Flüssigkeit auf in den oberen Raum derselben und entweicht durch *d*.

Der gewöhnliche nasse Reiniger für Kalkmilch hat die folgende Construction. Fig. 184 ist ein senkrechter Durchschnitt desselben.

AA iſt ein gußeiſerner Cylinder, am Boden und Deckel ganz geſchloſſen, jedoch an beiden mit einmündenden Röhren verſehen. Am Deckel deſſelben iſt ein engerer, gewöhnlich blecherner Cylinder *BB* durch Schrauben befeſtigt; dieſer iſt unten offen, etwa 6 Zoll kürzer als der äußere Cylinder, und hat an ſeinem unteren Rande

Fig. 184.



einen nach außen gekehrten, ringförmigen Anſatz, deſſen Weite nicht viel geringer iſt, als die des äußeren Cylinders *A*. *bb* iſt eine eiſerne Axe, in der Mitte des Cylinders *AA* mittelſt einer Stopfbüchſe feſtgehalten und oben ein koniſches Zahnrad tragend, von dem aus die Drehung derſelben um ſich ſelbſt bewirkt wird. *ff* iſt ein faſt am Boden von *A* auf der Axe *b* feſtgehaltenes Scheit, das mit *bb* ſich dreht und an ſeinen Enden zwei gebogene Schienen *h* trägt. Die Kalkmilch in *A* ſteht bis an die Linie *dd*. *C* iſt das Gaszuleitungsrohr, unter dem Cylinder *B* tritt das Gas durch den ringförmigen Spalt, der zwiſchen dem an *B* angeſetzten Kranz und den äußeren Gefäßwänden bleibt, aus. Die Schiene *h* dient, um dieſen Spalt offen zu halten. *ff* iſt zum Umrühren der Kalkmilch beſtimmt. Das gereinigte Gas tritt bei *K* aus. *N* iſt ein Ablaßrohr für die geſättigte Kalkmilch, die durch einen bei *M* angebrachten Hahn abgelaſſen werden kann. *L* iſt ein Trichter, durch welchen friſche Kalkmilch in den Apparat eingeführt wird. Die Dimenſionen der naſſen Reiniger laſſen ſich freilich ſehr verändern, am häufigſten ſind ſie aber ziemlich groß, haben z. B. einen Durchmeſſer von 15 Fuß auf 3 Fuß Höhe.

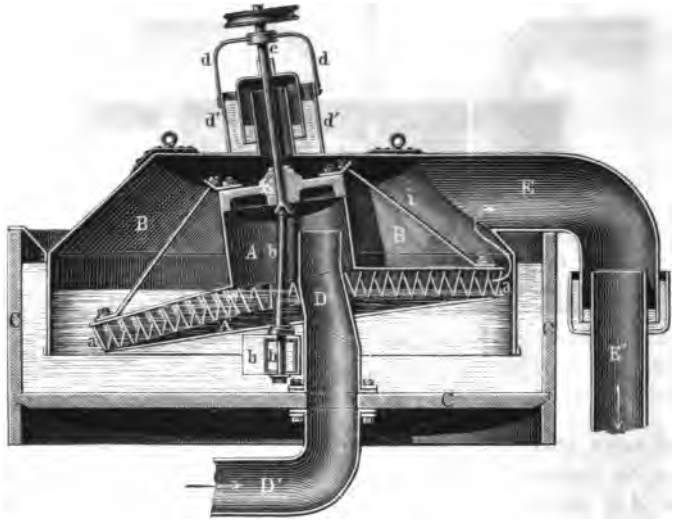
Zuweilen läßt man das Gas durch mehrere, wenigſtens zwei, naſſe Reiniger hindurchgehen, in welchem Falle die Dimenſionen des einzelnen etwas geringer genommen werden.

Als ein Beiſpiel eines auf naſſem Wege wirkenden, zugleich als Waſcher 145
(d. h. nur mit Waſſer gefüllten) brauchbaren Reinigers iſt derjenige von Colladon anzuſehen. Er zeichnet ſich dadurch namentlich vor ähnlichen Conſtructionen

aus, daß die zu ſeiner Bewegung nöthige Kraft kaum größer iſt, als die zum Drehen der Rührſcheitaxe bei gewöhnlichen Reinigern erforderte Kraft, während das Gas nicht durch Flüſſigkeit hindurchtreten muß, alſo der mit der gewöhnlichen naſſen Reinigung verbundene große Druck in den Retorten vermieden wird.

Die Figur 185 ſtellt einen verticalen Durchſchnitt durch die Axe des Appa-

Fig. 185



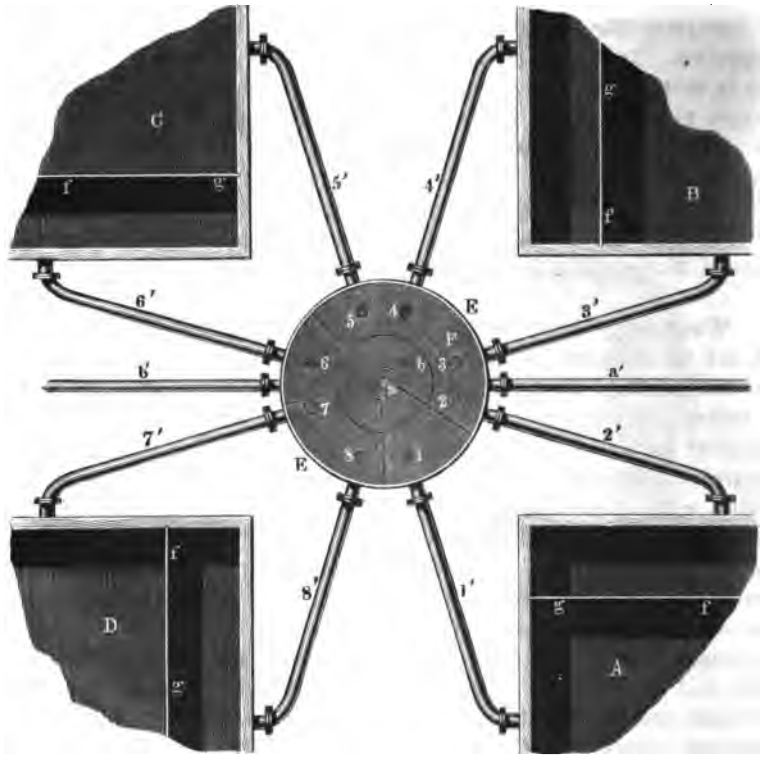
rates dar. Der Apparat beſteht aus einem Abſchnitt eines ſehr ſtumpfen Kegels A', deſſen Neigungswinkel 146 Grad iſt; derſelbe iſt an ſeiner kleinen Fläche an einen Metallcylinder A befeſtigt, der auf der gleichen Axe ſitzt wie der Kegeldurchſchnitt, und eine Höhe hat, die ungefähr ſeiner Breite gleichkommt. Oben iſt er durch eine Gußeiſenplatte K geſchloſſen, durch welche die Axe c hindurchgeht, die dazu beſtimmt iſt, dem Cylinder A und dem koniſchen Hut A' eine rotirende Bewegung zu ertheilen. Dieſe Axe c iſt gegen die Verticale in einem Winkel von 8 Grad geneigt. Mit ihrem unteren Ende ruht ſie auf der Stahlſpitze des Wellbaumes b'; während der Kopf derſelben ein Zahnrad oder eine Rolle trägt, die dazu beſtimmt iſt, ihr eine kreisförmige Bewegung zu ertheilen. aa ſind die Metallkämme, deren Blätter zur inneren Fläche des kegelförmigen Hutes vertical ſtehen und zwiſchen jeder Reihe eine Entfernung von 2 Centimeter zeigen. Die Blätter ſind concentriſch geordnet und laſſen Zwiſchenräume zwiſchen ſich, die der Gasmenge, die durchgelaſſen werden ſoll, entſprechen. Sie ſind ungefähr 15 bis 20 Centimeter lang. Weil die Axe c und der Cylinder A nicht vertical ſtehen, ſondern etwas geneigt, wird bei der Drehung derſelben immer die eine Seite des flach koniſchen Hutes A' eine ungefähr horizontale Lage haben, während die entgegengeſetzte Hälfte (da der Konus einen Winkel von 164 Grad hat) um circa 16 Grad in die Flüſſigkeit untertaucht. Dieſer ganze Mechanismus iſt in einer Blechdecke B eingeſchloſſen. Der Well-

baum b' ist von einem Querriegel gehalten, dessen Enden an dem unteren Rande der Blechdecke B anliegen, während die Axe c von einer Fassung d, die auf der Oberseite von B angebracht ist, gehalten wird. d' d' ist ein Wasserverschluß, der unter der Fassung d angebracht ist, damit diese sich leichter bewegen könne, ohne auf dem Deckel von B reibend zu gleiten. Der Blechdeckel B, in welchem der sich bewegende Waschapparat hängt, ist durch eiserne Lappen in einer Kufe C festgehalten. In dieser Kufe ist die Waschflüssigkeit enthalten, und zwar reicht diese so weit, daß sie nie den horizontalen Theil des konischen Hutes A' berührt, dagegen die Zähne in dem geneigten Theile vollständig benetzen kann. D' ist das Zuleitungsrohr für das zu waschende Gas, dessen oberes offenes Ende unter dem Cylinder A mündet; das Gas sammelt sich in A, geht durch die Kämme a hindurch, verbreitet sich in B und entweicht zuletzt durch das Ausflußrohr EE. Auf dem Deckel B sind Ringe angebracht, mittelst deren derselbe und der ganze rotirende Waschapparat aus der Flüssigkeit emporgehoben werden kann.

Wechsler. Bei der trockenen Reinigung vornehmlich ist es von Wichtig- **146**
keit, daß die Benutzung mehrerer gefüllter Reiniger in geordneter Folge vor sich gehe und daß leicht diejenigen außerhalb des Gasstromes versetzt werden können, die entleert und neu gefüllt werden müssen. In der Regel läßt man das Gas wenigstens durch zwei oder drei Reiniger hindurchstreichen, damit ihm vollständige Gelegenheit geboten werde, alle Verunreinigungen, die durch den Reiniger zurückgehalten werden können, abzugeben. Es ist Gebrauch, daß man das Gas, ehe es aus den Reinigern austritt, zuletzt noch durch einen frisch gefüllten Reiniger streichen läßt. Fig. 186 (a. f. S.) giebt eine Vorstellung von der sehr sinnreichen Vorrichtung Malam's, um den Wechsel zwischen vier zusammengehörigen Reinigern in der Weise zu bewerkstelligen, daß immer drei nach einander in den Gasstrom eingeschaltet sind, während ein vierter isolirt ist, um neu gefüllt zu werden. A, B, C, D sind die vier trockenen Reiniger; fg die Zwischenwände, durch welche der Raum zum Aufwärtssteigen des Gases von dem Abzugscanal, der es abwärts lenkt, getrennt ist. In der Mitte zwischen diesen vier Reinigern befindet sich ein kreisrunder gußeiserner, im Innern mit Kammern versehener Cylinder E, von diesem aus führen nach jedem der Reiniger zwei Röhren, und zwar eine in die größere Abtheilung, worin die Hürden sich befinden (vgl. Fig. 180, q), die andere von der schmalen Abtheilung aus, gegen den Cylinder E hinführend. Außer diesen acht Röhren stehen mit E zwei weitere in Verbindung, a' für das Zuleiten des Gases zu den Reinigern, b' für das Fortführen des gereinigten Gases. Der Cylinder E hat in seinem Boden 10 runde Oeffnungen, 8 an der Peripherie, 1, 2, 3 bis 8, eine im Centrum, a, und eine dieser naheliegende, b; erstere (a) steht mit dem Rohre a', letztere mit dem Rohre b' in Verbindung. Durch diese Oeffnungen sämmtlich sind luftdicht senkrechte, oben offene gußeiserne Röhren gesteckt, jede etwa 1 Fuß hoch. Der Cylinder E ist aber ungefähr 6 Zoll hoch mit Wasser gefüllt, so daß sämmtliche Röhren a, b, 1, 2, 3 bis 8 über das Niveau desselben um 4 Zoll herausragen. In den äußeren Cylinder ist ein innerer von nur wenig kleinerem Durchmesser eingesenkt. Dieser ist oben geschlossen und hat im Innern Wände, durch die er in Abtheilungen getheilt ist,

wie die Figur ſie zeigt. Eine derſelben hat die Form, daß die central liegende Röhre *a* mit irgend einer der an der Peripherie liegenden communiciren kann, eine zweite Kammer iſt ſo beſchaffen, daß die nächſt dem Centrum liegende Röhre

Fig. 186.



b mit irgend einer der an der Peripherie befindlichen in Verbindung geſtellt werden kann, und endlich ſind noch drei andere vorhanden, die je zwei Röhren von den mit 1 bis 8 bezeichneten mit einander verbinden. Dieſe Zwiſchenwände des inneren Cylinders *F* ſind in das Waſſer geſtülpt, und dieſes dient als Abſperrungsflüſſigkeit für alle Communicationen zwiſchen den Röhren *a*, *b*, 1, 2, 3 bis 8, außer zwei gemeinſchaftlichen in einer und derſelben Kammer mündenden. So wie in der Figur der Cylinder *F* ſammt den ihn abtheilenden Wänden ſteht iſt *a* das Zuflußrohr mit 1 und durch die Verbindungsröhre 1′ mit dem Reiniger *A* in Verbindung; durch dieſen ſtrömt das Gas, und über *f g* durch 2′ nach 2, von hier durch 3 3′ nach dem Reiniger *B* weiter durch 4′4 in den Cylinder *E* zurück, durch 5 wieder heraus nach 5′ und *C*, von dieſem Reiniger nach 6′ und 6, und von da endlich durch *b* und *b*′ in den Gasſammler. Auf dieſe Weiſe iſt 7 7′ und 8′ 8, alſo der ganze Reiniger *D*, abgeſchloſſen. Es iſt deutlich, daß es nur auf eine Hebung des inneren Cylinders *F*, eine Drehung um 90 Grad und

Wiedereinsenkung desselben ankommt, um den Reiniger *A* abzusperren und das Gas aus *a' a* zuerst aus 3 3' *B* u. s. w. und durch 7 7' 8' und 8 nach *b b'* abzuleiten.

Fig. 187.

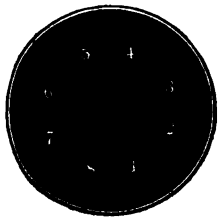


Fig. 187 wird dies deutlich machen. Es können also der Reihe nach die Röhren 1 und 2, die 3 und 4, die 5 und 6, die 7 und 8 aus dem Gasstrom ausgeschaltet werden, um die ihnen entsprechenden Reiniger *A, B, C* oder *D* zu entleeren und neu zu füllen. Anstatt dieser Wasserventile hat man auch Schieberventile zum Behufe des Zuführens und Ablassens des Gases bei den Reinigern angebracht; es sind dies Einrichtungen, wie sie auch in die Leitungen zum Reguliren und Absperren eingeschaltet werden; wir werden unten sie beschrieben finden.

Ehe das Gas aus den Reinigern in die Gasbehälter strömt, läßt man es 147
in wohleingerichteten Anstalten durch die Betriebscontrole-Uhr hindurchgehen. Im Wesentlichen ist diese eine große Gasuhr und ihr Hauptzweck Messung der während eines jeden Arbeitstages producirten Menge gereinigten Gases. Neben diesem Zweck kann durch diese Uhr auch controlirt werden, wie der Gang der Fabrikation in jeder Stunde beschaffen ist. Dies geschieht durch graphische Darstellung, die von der Uhr selbst aufgezeichnet wird, unter Mithülfe einer gewöhnlichen Stundenuhr, deren Zeiger durch ein kleines Hebelwerk, an dem ein Bleistift sitzt, auf eine an der Axe des Schaufelwerkes der Gasuhr (siehe unten) sitzende und mit ihr sich drehende Scheibe aufschreibt, in welchem Verhältniß die Drehungsgeschwindigkeiten der Gasuhr und der Stundenuhr stehen. Den wichtigeren Theil, die Gasuhr, werden wir unten beschrieben finden.

Gasbehälter.

(Gazometre, Gasholder, unrichtigerweise oft auch im Deutschen Gasometer.)

Die Gasbehälter, wie sie gegenwärtig allgemein construirt werden, bestehen 148
aus zwei wesentlichen Theilen. Davon ist der eine ein kreisrundes, wasserdichtes Becken mit senkrechten Wänden zur Aufnahme des als Absperrungsflüssigkeit dienenden Wassers. Der andere, die Glocke oder Kuppel, ist ein unten offener, oben geschlossener Cylinder aus genietetem Eisenblech von etwas geringerem Durchmesser als das Becken, in dasselbe eintauchend und so eingerichtet, daß er in beliebiger Stellung mehr oder weniger tief, je nach der Menge des darunter angesammelten Gases, stehen bleiben kann. Unter diesem umgestülpten Deckel münden zwei Röhren, beide über dem Niveau der Absperrflüssigkeit, die eine ist die Zuleitungs-, die andere die Ableitungsröhre für das Gas. Das Reservoir für das Wasser ist gewöhnlich eine auf ebenem Grunde angelegte Vertiefung; manchmal steht dasselbe so hoch, daß sein Boden im Niveau mit der Bodenfläche des Hofes der Gasanstalt liegt, und ist in diesem Falle mit Erdwällen oder sehr starken Mauern umgeben, endlich bei Mangel an Flächenraum und namentlich bei kleineren Gassammlern kommt es vor, daß sie auf Gerüsten aufgestellt sind, um den Raum unterhalb zu Anderem gebrauchen zu können.

In den beiden ersten Fällen sind diese Behälter aus Mauerwerk gemacht,

und zwar ist die innere Umfassungsmauer aus Backsteinen mit hydraulischem Kalk verbunden, von einer gestampften Lehmschicht oder einer starken Steinmauer umgeben. Die Backsteinmauer soll für größere Bassins an ihrer Basis nicht weniger als $2^1/_2$ bis 3 Fuß, am oberen Rande doch noch 2 oder $1^1/_2$ Fuß dick sein, auch die Lehmschicht (Lehm und Sand) ist unten etwas stärker zu geben als oben. Der Boden der Reservoire ist gewöhnlich oben aus einer Backsteinlage mit Cement und darunter ebenfalls aus einer Lage gestampften Lehms gebildet, und dies möchte die zweckmäßigste Einrichtung sein, oder es ist ein Kegel von Erde darin stehen gelassen, der dann aber ebenfalls mit einer wasserzurückhaltenden Schicht von Thon oder Lehm, oder besser einer Backsteinlage überdeckt sein muß. Diese letztere Einrichtung hat den Zweck, die Wassermasse, die doch nur nächst dem Rande zur Absperrung dienen soll, zu verringern, da es oft mit Schwierigkeiten oder Zeitverlust verbunden ist, ein so großes Gefäß mit Wasser zu füllen. Die Verminderung der Ausgrabungs- und Erdbewegungskosten durch Stehenlassen eines solchen stumpfen Kegels ist nicht groß, da er wegen der Gefahr, Erde abrutschen zu lassen, sehr flach gehalten sein muß und die Kosten der gestampften Lehmschicht für die größere Oberfläche ebenfalls in Anschlag zu bringen sind. Diejenigen Wasserbecken, welche mit einem massiven cylindrischen Mauerwerk innen so gut ausgefüllt sind, daß der mit Absperrungsflüssigkeit gefüllte Raum nur einen ringförmigen Canal darstellt, sind kaum mehr im Gebrauch. Es sind nicht leicht allgemeine Regeln für die Wahl der Mauerstärke und der Lehmumhüllung u. s. w. zu geben; die unten beschriebenen Gashalter werden das Wesentlichste dieser Verhältnisse erkennen lassen. Gashalter, die in die Höhe gestellt werden müssen, haben in der Regel gußeiserne Wasserreservoire. Diese sind zusammengesetzt aus einzelnen Gußplatten, die in der Nähe des Bodens etwas über einen Zoll, am oberen Rande etwas über $^1/_2$ Zoll dick sind und außerdem zwei diagonale Verstärkungsrippen haben, die, gegen die Mitte hin 2 Zoll betragend, sich nach dem Rande hin stark vermindern. Die einzelnen Platten, welche natürlich kurze Kreisausschnitte darstellen, haben aufgebogene Ränder von etwa 2 Zoll Breite, in welchen sich Löcher befinden, die für Nietbolzen bestimmt sind. Die Bodenplatten, die auf ähnliche Weise an einander gefügt werden, haben eine Dicke von nahezu 1 Zoll. Die Fugen dieser Behälter werden durch Eisenkitt (siehe oben Retorten) oder einen dicken Theer gedichtet.

Man macht eiserne Reservoire von über 100 Fuß Durchmesser, die jedoch selten sehr tief sind. Außerhalb des Wasserbeckens ist eine Vorrichtung zur Aufnahme der Zu- und Ableitungsröhren anzubringen. Bei Gasometern, die in den Boden versenkt sind, besteht dieselbe am gewöhnlichsten in einem ausgemauerten Schacht von der Tiefe des Wasserbeckens, dessen bauliche Ausführung ganz in gleicher Weise wie die des Reservoirs vorzunehmen ist. In demselben stehen die Leitungsröhren, das Mauerwerk des Beckens ist unten durchbrochen, die Röhren sind wasserdicht an dieser Stelle eingelegt und steigen im Innern bis zum Rande des Beckens. Eine andere Vorrichtung ist: die Einleitungs- und Ableitungsröhren in der auf- und abwärts beweglichen Glocke anzubringen und sie an dieser Bewegung selbst Theil nehmen zu lassen, was mittelst Charnieren bewirkt werden kann. Es sind auf dem Rande der Umfassungsmauer eiserne Pfeiler aufgestellt, an welchen die Lenkapparate für Auf- und Niederführung der eisernen

Glocke angebracht sind. Sie ruhen auf großen Steinen, die in die Backsteinmauer eingelassen sind und gegen das Reservoir hin um einige Zoll vorspringen. Die Lenkvorrichtungen hat man in verschiedenen Modificationen. Die Glocke oder Kuppel, also der bewegliche Theil des Gashalters, wird jetzt gewöhnlich aus viel dünnerem Eisenblech gemacht, als dies früher, da man vor Explosionen große Besorgnisse hatte, der Fall war. Nichtsdestoweniger würden in einigen Fällen das Blech, die Nieten und die Strebestangen im Innern einen zu großen Druck auf das darin befindliche Gas ausüben, wenn nicht das Gewicht dieser Massen durch Gegengewichte, die an Ketten hängen, welche über Rollen an die Lenkpfeiler geschlagen sind, zum Theil aufgehoben würde. Es giebt indessen an der Stelle dieser früher allgemein gebrauchten noch andere, dem gleichen Zweck dienende Hülfsmittel. Die Nietfugen der Eisenbleche sind durch einen dicklichen Theer- oder Oelanstrich gedichtet. Die ganze Oberfläche der Glocke ist ebenfalls angestrichen, um das Eisen gegen Rost zu schützen.

Die Glocken bestehen gewöhnlich aus einem einfachen Cylinder, oben mit einem convexen Boden versehen. Da, wo nicht oder nur zu hohen Preisen die nöthige Bodenfläche zur Anlage von einfachen Gashaltern zur Verfügung ist, hat man die Seitenwände der Glocken dadurch erhöht, daß man diese nach Art der Ausziehfernrohre in einander geschoben hat, wodurch ein hoher, mit Gas füllbarer Raum ermöglicht ist, ohne daß bei der ersten Füllung ein entsprechend tiefes Wasserbecken erfordert wird. Die einzelnen Abtheilungen eines solchen Teleskopgashalters müssen natürlich so an einander schließen, daß nicht Gas zwischen ihnen entweichen kann; dies wird dadurch erreicht, daß man am unteren Rande des oberen engeren Rohres äußerlich eine mit Wasser zu füllende Rinne anbringt, in welche der nach innen gebogene Rand des unteren und weiteren Cylinders eintaucht. Das Wasser bildet auf diese Weise das absperrende Mittel.

Fig. 188 (a. f. S.) stellt einen senkrechten Durchschnitt eines von Clegg ausgeführten Gashalters dar. Derselbe hat einen Durchmesser von 87½ Fuß auf 25 Fuß engl. Höhe. *aa* sind die Backsteinmauern des Beckens, oben dünner als unten; *bb* die Schichte festgestampften Lehms zwischen der Mauer und dem Erdreich rings um den Behälter. Die Mauer *a* geht in der Ebene ihres Fundamentes nach innen zu in eine kreisförmige Rinne *o* über, deren Construction die eines umgekehrten Gewölbes sein kann, und in welchem der untere Rand der Glocke, wenn sie gasleer ist, ruht. *dd* sind hohle gezogene Eisenröhren von etwa 1½ Zoll Durchmesser, die als Strebestangen zwischen dem Deckel und den Seitenwänden angebracht sind. *qq* sind horizontal laufende Schienen aus T-förmigem Façoneisenblech, die in Abständen von je 5 Fuß über einander an den senkrechten Wänden zu deren Verstärkung angebracht sind. Eine ähnliche Schiene von Winkeleisen, in Kreisabschnitten gewalzt, die der Peripherie entsprechen, dient zur Verbindung der senkrechten Wände der Glocke mit der gewölbten Decke. *E* ist der im Innern des Beckens stehen gelassene Erdkegel; *f* gußeiserne Pfeiler aus zwei unter einem Winkel von ungefähr 60 Grad zusammenstoßenden, unten breiteren, oben schmäleren Gittern. An der Innenseite derselben, wo sie zusammenstoßen, sind senkrechte Stangen *g* befestigt; diese dienen den am Deckel angenieteten Oehren *h*, somit auch der Glocke selbst zur Leitung bei ihrem Auf- und Niedergehen. *i* ist ein am unteren Rande der Glocke

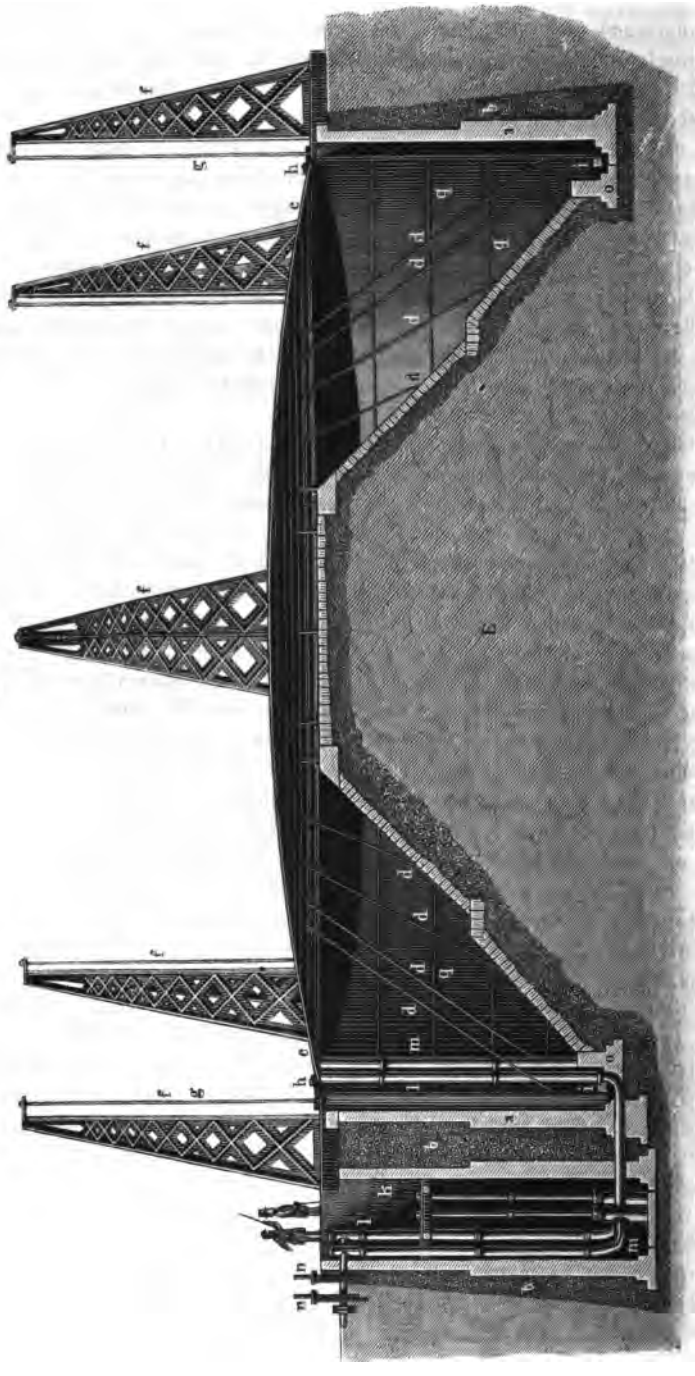


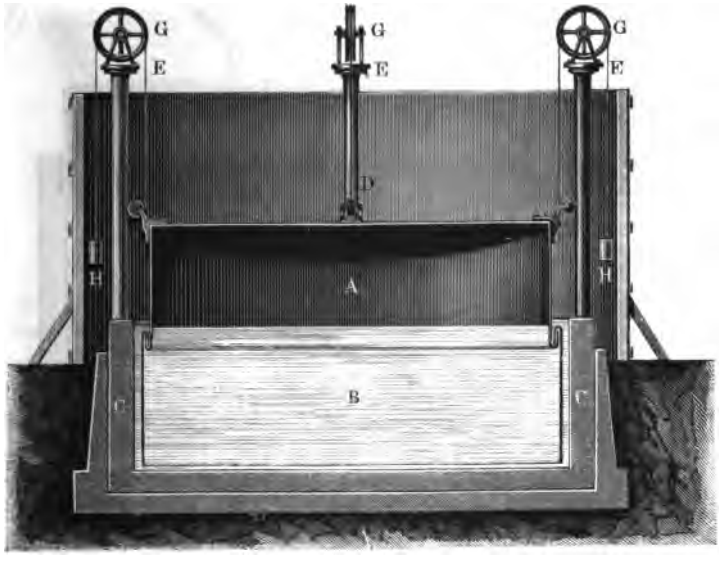
Fig. 188.

angebrachter ſtarker hölzerner Ring. Vermöge des geringen ſpecifiſchen Gewichtes des Holzes hilft daſſelbe die Laſt der Glocke tragen, ſo lange er in der Abſperrungsflüſſigkeit untertaucht. *k* iſt ein ausgemauerter Schacht in geringer Entfernung neben dem Baſſin; *l* und *m* ſind die in dieſem Schachte niedergehenden und im Baſſin bis über das Flüſſigkeitsniveau aufſteigenden Zu- und Ableitungsröhren.

An beiden ſind Schubventile angebracht, um den Ein- und Austritt des Gaſes durch die Röhren willkürlich bewerkſtelligen zu können. In unſerer Abbildung ſind dieſe Schieber etwas nahe an dem Gashalter angebracht, während ſie in der Regel in dem Gebäude ſich befinden, worin die Betriebscontrolmittel und der Regulator aufgeſtellt ſind. An der horizontalen Stelle der Einleitungs- wie der Ableitungsröhre ſind kleine gußeiſerne Theerſammler angebracht, um die Abſperrungsflüſſigkeit nicht zu ſehr zu verunreinigen. In Gegenden, wo Gefahr des Gefrierens des Abſperrungswaſſers vorhanden iſt, führt man einen dünnen Strahl warmen Waſſers dem Gashalterbaſſin zu. Das Abſperrungswaſſer wird indeſſen ſchon durch die Berührung mit immer noch etwas warm einſtrömendem Gaſe vor zu ſchneller Abkühlung bewahrt.

Ein Teleſkopgasbehälter iſt Fig. 189 im ſenkrechten Durchſchnitt dar-

Fig. 189.

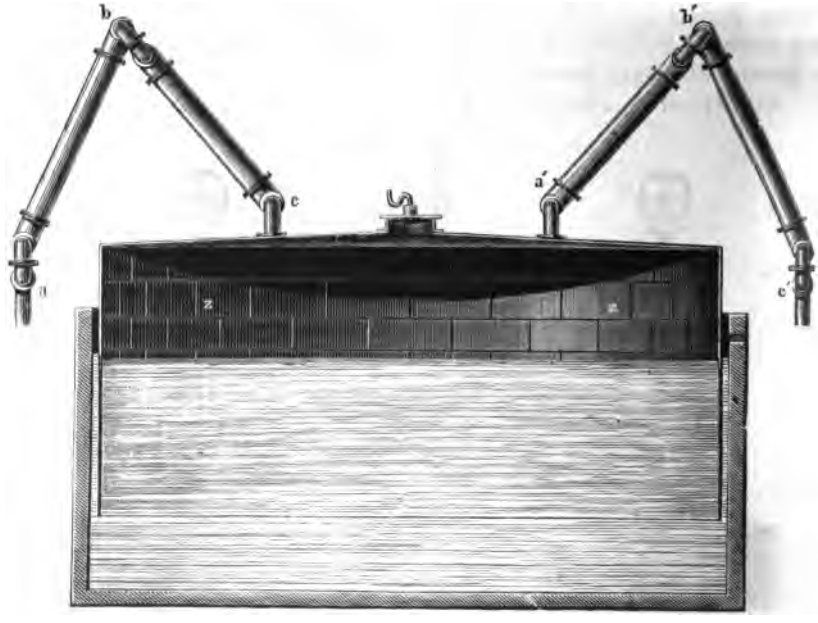


geſtellt. *A* iſt der obere Theil der zweitheiligen Glocke; *B* der Waſſerbehälter; *C* die Umfaſſungsmauer deſſelben, von gleichem Material und gleicher Conſtruction wie im vorigen Beiſpiel. Das Becken und Waſſerniveau im unteren Theile reicht jedenfalls bis über den oberen Rand des weiteren Theiles der Glocke. Dieſer wird beim Aufwärtsgehen von der oberen Hälfte vermöge der angebrachten Umbiegung des Randes nachgezogen. Die Rinne am oberen Theile darf nicht

niedriger ſein, als die Waſſerſäule, welche dem Druck entſpricht, den die Luft der Glocke auf das Gas ausübt. *E* ſind vier eiſerne Säulen, an deren innerer Seite die an der Glocke angebrachten Rollen *D* in entſprechenden Furchen gelenkt werden. *G* ſind größere, auf *E* feſtſitzende Rollen, über welche Ketten geſchlagen ſind, die einerſeits an der Decke der Glocke durch Haken befeſtigt ſind und auf der anderen Seite Gewichte tragen, vermöge deren der größere Theil des Drucks, den die Eiſenmaſſe der Glocke ausübt, aufgehoben wird. Dieſe Art Gaſometer ſind in der Regel mit einer leichten Mauer auf die ganze Höhe der ausgezogenen Glocke umgeben oder mit einem Schuppen überbaut, um ſie gegen die Wirkungen des Windes zu ſchützen. Die Röhren für Ab- und Zuleitung ſind auf ganz ähnliche Weiſe angebracht, wie in dem einfachen Gaſometer, und in der vorliegenden Figur weggelaſſen.

Die Figuren 190 und 191 ſtellen Seiten- und Oberanſicht einer Gaſo-

Fig. 190.

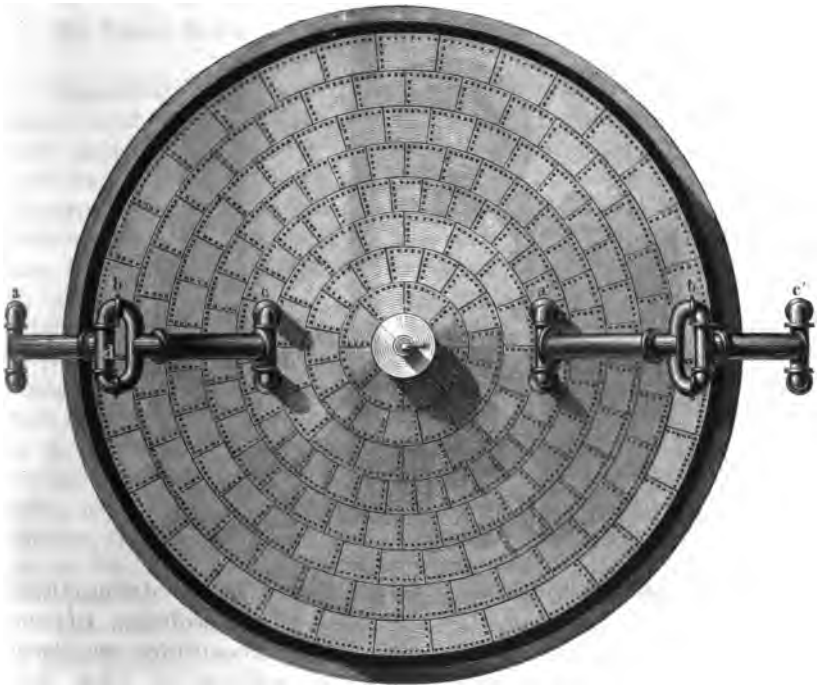


meterglocke dar, in deren Deckel links die Zuleitungs-, rechts die Ableitungsröhren des Gaſes angebracht ſind. Jede derſelben, *abc*, *a'b'c'*, hat drei Gelenke, die begreiflich ebenfalls hohl ſind und deren Einrichtung ſich aus der Abbildung namentlich bei *b* und *b'* ergiebt. In der Büchſe *d* ſind die rechts und links eingeſchobenen Stücke eines Kettengliedes eingeſchliffen und drehbar. Die Einrichtung, obgleich einer genauen Arbeit bedürfend und darum koſtenvoll, iſt dennoch wohl die minder theure, verglichen mit dem Schacht und den darin aufgeſtellten feſten Zu- und Ableitungsröhren.

Die Mittel zur ſenkrechten Führung der drei beſchriebenen Gashalterglocken

Fig. 188, Fig. 189 und Fig. 190 ſind, wie aus den Zeichnungen und Beſchreibungen hervorgeht, verſchieden. Die an dem Teleſkopgashalter, Fig. 189, angebrachte iſt die gewöhnlichſte, die auch an anderen Gashaltern vorkommt. Oben

Fig. 191.

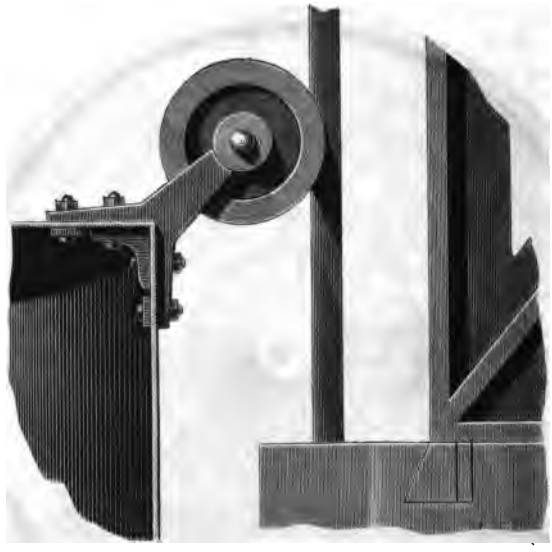


am Dach, in Abſtänden von 90 Grad, ſind vier Rollen angebracht, die, etwas über den cylindriſchen Theil der Glocke hinausragend, ſich an vier entſprechende Pfeiler, gegen innen mit platten Eiſenſchienen verſehen, anlehnen. Am unteren Rande der Glocke, genau in die Mitte der oberen fallend, finden ſich ebenfalls vier Rollen, die an vier in den verticalen Wänden des Baſſins eingelaſſenen Schienen andrückend gleiten. Die Glocke iſt alſo an acht Punkten in verticalem Stande gehalten, ohne daß deren Auf- und Abgehen ein Hinderniß geboten iſt, dieſe Bewegung iſt vielmehr durch die Rollen begünſtigt. Die gleiche Einrichtung findet ſich häufiger in der Anordnung, daß oben drei und unten drei ſolche Rollen in Abſtänden von 120 Grad und die unteren zwiſchen die oberen fallend angebracht ſind. Fig. 192 und Fig. 193 (a. f. S.) verdeutlichen dieſe Rollen und ihre Befeſtigung an der Glocke mit Grund- und Seitenanſicht.

Die Dimenſionen der Gashalter finden ſich äußerſt verſchieden. Ob einer oder, was vorzuziehen iſt, mehrere in einer Gasfabrik vorhanden ſeien, ihr Inhalt ſoll $^2/_3$ des in der längſten Nacht im Winter vorkommenden Conſums entſprechen. Man hat deren, die 1000 bis 2000 Kubikfuß Gas faſſen und

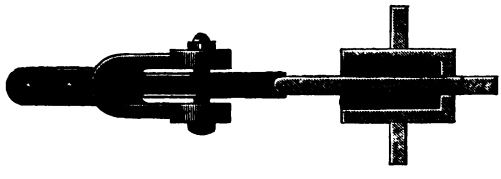
welche für einzelne Häuſer dienen, bis zur Größe von 140 Fuß Durchmeſſer und 70 Fuß Höhe, die über eine Million Kubikfuß Gas aufnehmen können. Der letzteren einer findet ſich in den Gaswerken von Philadelphia.

Fig. 192.



Um an einem Beiſpiel einen genaueren Einblick in die erfahrungsgemäß als zweckmäßig erkannten Mauerſtärken von Gasbehältern zu geben, diene nachfolgende Zuſammenſtellung.

Fig. 193.



Der engliſche Ingenieur Croll, der ſehr große Gaswerke anlegte, brauchte für den Gashalter zu Bow, der 105 Fuß engl. Durchmeſſer und 26 Fuß 6 Zoll engl. Tiefe hat:

Fundamentirung in Bruchſteinen								3′ 6″	breit,
Unterſte Schicht der Mauer in Backſteinen						4′	hoch,	2′ 6½″	„
zweite	„	„	„	„	„	5′	„	2′ 2″	„
dritte	„	„	„	„	„	5′	„	1′ 9½″	„
vierte	„	„	„	„	„	6′	„	1′ 5½″	„
fünfte	„	„	„	„	„	6′	„	1′ 1″	„

Zwölf Pfeiler für die eiſernen Lenkſäulen, 3′ : 3′ 6″ Fläche und 24′ Höhe. Schacht für die Röhren 7″ weit, 30′ hoch und 9″ Mauerdicke. Der innere Erdkegel 25′ hoch, oberer Durchmeſſer 46′, unterer 93′, Backſteinlage 9″ dick. Zwölf Steinquader, 2′ hoch, 3′ breit, 5′ lang, als Unterlage für die eiſernen Lenkſäulen

Vierundzwanzig Steinquader von 2′ 6″ und 1′ 6″ Höhe, als Träger der eingesenkten Glocke.

Lehmschichten um die Umfassungsmauer des Wasserbehälters, 18″ dick, 28′ 6″ hoch an dem Erdkegel, im Innern 12″ hoch, an dem ringförmigen Boden 18″ hoch; rings um die Mauer des Leitungsröhrenschachtes 18″ dick.

Für kleinere Becken sind die bezeichneten Verhältnisse etwas zu verringern.

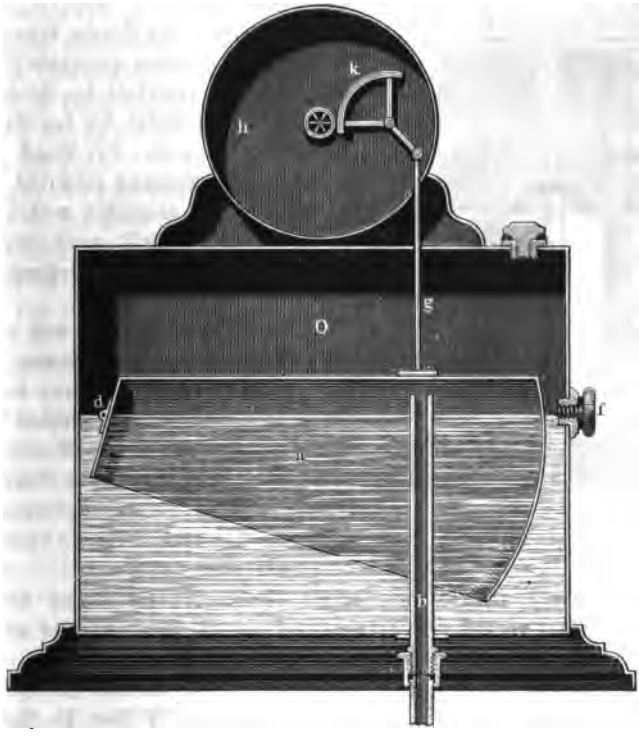
Regulator (regulateur). Die Erfahrung hat es bewiesen, daß ein regel- 148
mäßiger Druck auf das im Gasbehälter befindliche Gas, und ein diesem entsprechender gleichmäßiger Abfluß des letzteren nicht erreichbar ist durch Belastung der Glocke des Gashalters oder durch Gegengewichte, um einen Theil ihres Gewichtes aufzuheben. Dies wird aber bewirkt durch das ebenfalls von Clegg in die Gasfabrikation eingeführte Instrument, den Regulator. Derselbe kommt in mannigfachen, jedoch nicht sehr wesentlichen Abänderungen vor. Eine gegenwärtig vielfach gebrauchte Construction ist folgende: *A*, Fig. 194 (a. f. S.), ist ein aus Gußeisen bestehendes Becken, *B* eine Glocke, die ganz ähnlich wie die Glocke des Gashalters in demselben steht, und mit ihrem Rande bei jeder Stellung, die ihr vermöge stärkerer oder schwächerer Füllung zukommt, unter Wasser taucht. Die Glocke *B* ist von Eisenblech; ganz mit Luft gefüllt, sollte sie so äquilibrirt sein, daß sie schwimmt. Die Stärke des Bleches ist indessen immer so groß, daß dies ohne besondere Vorrichtungen nicht möglich ist. Es ist deshalb an ihrem unteren, immer im Absperrungswasser eintauchenden Rande ein mit Luft gefüllter, luftdichter, kranzförmiger Blechkasten angebracht. Anstatt daß man denselben ganz um den Rand der Glocke herumlaufen läßt, kann er auch in mehrere Segmente, jedes einen abgeschlossenen Raum für sich bildend, getheilt werden. Letzteres dann namentlich, wenn das Abflußrohr dem Rande der Glocke zu nahe steht, so daß dieser Luftkasten oder Schwimmer, an der Innenwand der Glocke befestigt, an dasselbe anstoßen könnte. Es ist *C* das mit dem Gasbehälter communicirende Einströmungsrohr, *D* das Rohr für den Abfluß in die Hauptleitung und deren Verzweigungen. Das Rohr *C* ist oben mit einem Ring *E* bedeckt, durch welchen die obere Mündung etwas verengert wird. In der Mitte der Glocke *B* hängt ein hohler Blechkegel *F*, der an seiner Basis einen Durchmesser hat von der Größe des Durchmessers der Oeffnung in dem Ringe *E*. Strömt durch vermehrten Druck im Gashalter viel Gas durch *C* in den Regulator, so wird die Glocke *B* gehoben; mit ihr hebt sich aber auch der Conus *F* und verringert dadurch die ringförmige Oeffnung von *E*. Es kann dann nicht mehr so viel Gas einströmen, bis der Conus sich wieder gesenkt hat. *G* ist eine in der Axe der Glocke *B* befestigte Schiene, auf die ein Maßstab angebracht ist und die sich, in einem Schlitz des Bügels *H* gehalten, mit der Glocke auf- und abbewegt. Bei *I* liegen scheibenförmige Bleigewichte, die wegen der Schiene *G* geschlitzt sein müssen und vermittelst derer man den Druck, den man dem durch *D* abfließenden Gase ertheilen will, regulirt. Der Maßstab an der Schiene *G* zeigt die Stellung der Glocke an und giebt damit Aufschluß über die durch die kranzförmige Oeffnung zwischen dem Conus *F* und dem Ringe *E* ausströmende Gasmenge. *M* ist das Segment des Luftkastens.

Fig. 194.

Druckmesser. Es iſt von Wichtigkeit, daß der Druck, mit welchem das 149
Gas in die Leitungen eingeführt wird, gemeſſen werden könne. Dies geſchieht durch Inſtrumente, die den Namen Druckmeſſer haben. Es giebt deren, die den Wechſel des Druckes, der während einer gewiſſen Zeitdauer ſtattgefunden hat, ſelbſtthätig aufſchreiben, ſo der von Crosley, welcher ſich, aus den Werkſtätten von Siry Lizars in Paris hervorgegangen, in vielen Gasanſtalten findet. Andere zeigen nur den im Momente der Beobachtung ſtattfindenden Druck an. Unter dieſen wird der von Schilling conſtruirte als vorzügliche Dienſte leiſtend hervorgehoben.

Die Figur 195 zeigt einen ſenkrechten Durchſchnitt deſſelben nach der Länge,

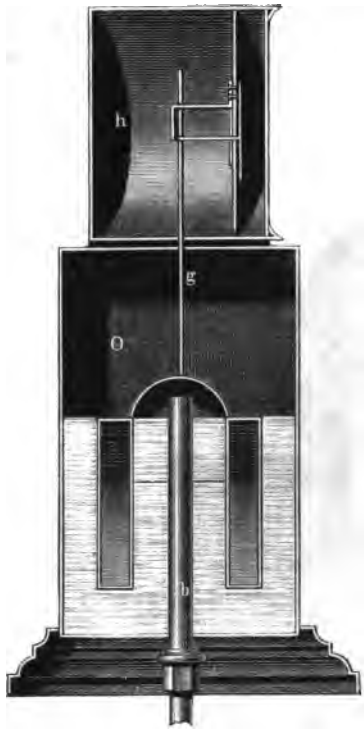
Fig. 195.



die Fig. 196 (a. f. S.) einen olchen nach der Breite. Dieſer Druckmeſſer beſteht aus einem waſſerdichten Blechkaſten, über welchem ſich ein liegender Cylinder befindet; auch dieſer iſt geſchloſſen. Im unteren Theile iſt der Schwimmer *a* angebracht, der ſich um die horizontale Axe *d* dreht und drei nebeneinanderliegende Gehäuſe bildet, zwei äußere, rings mit dünnen Blechwänden eingeſchloſſen, und ein inneres, das unten offen iſt. Dies mittlere Gehäuſe iſt oben gewölbt, die äußeren haben flache, an den Fuß des Gewölbes horizontal anſtoßende Deckel (Fig. 196). Der ganze Schwimmer iſt aus Weißblech gemacht und mit Oelfarbe angeſtrichen. *f* iſt eine Oeffnung zum Ablaufenlaſſen des Waſſers, wenn zu viel

eingefüllt sein sollte. *b* ist das Einlaßrohr für das Gas, das $1/2$ Zoll über die Wasserfläche und dicht unter dem Gewölbe des Schwimmers mündet, wenn dieser sich in seiner Gleichgewichtslage befindet. Auf dem Schwimmer ruht ein dünnes Eisenstäbchen *g*, das durch eine schlitzförmige Oeffnung im Deckel des Blechkastens *O* in die Trommel *h*, die auf letzterem liegt, hineinragt, und die mit einem Hebel in Verbindung steht, an welchem ein mit Zähnen besetzter Viertelkreisbogen *k* sitzt. Dieser wird beim Auf- oder Abwärtsgehen des Schwimmers und der Stange bewegt, theilt diese Bewegung einem gezahnten Rade mit, auf dessen Axe außerhalb der Blechtrommel ein Zeiger sich befindet, der den Stand des Schwimmers anzeigt. Der Druck, dem der Stand des Schwimmers entspricht und der durch den Zeiger angegeben werden soll, ist durch Versuche mittelst gleichzeitiger Anwendung von Manometern bestimmt.

Fig. 196.



150

Die Röhrenleitung muß vornehmlich zwei Anforderungen entsprechen. 1. Sie muß in der Stammleitung und deren Abzweigungen eine der Flammenzahl entsprechende Weite haben. 2. Dieselbe muß dicht sein, d. h. sowohl das Material der Röhren als die Verbindungsfugen zweier aneinanderstoßenden Röhren dürfen kein Gas durchlassen.

Die Geschwindigkeit, mit welcher ein gasförmiger Körper durch eine Röhre strömt, hängt ab von dem Drucke, der auf das Gas ausgeübt wird, von dem specifischen Gewichte des Gases, von der Weite der Röhre, von der Länge derselben und von den Abweichungen, die sie von der Horizontalen nimmt. Verschiedene Praktiker haben Versuche angestellt über die Ausflußgeschwindigkeiten von Luft und verschiedenen Gasen aus Röhren von wechselnder Länge und Durchmesser. Aus solchen Versuchen, die jedoch, wie zugegeben werden muß, in größerer Anzahl vorliegen dürften, hat man allgemeine Formeln abgeleitet, um das Verhältniß der Ausflußgeschwindigkeit eines Gases zur Weite der Röhren, für verschiedene Drucke, specifische Gewichte, Steigungen oder Senkungen der Röhrenfahrt oder kurz die Veränderungen des Effects bei irgend einer Veränderung in den genannten Einflüssen zu bestimmen.

Die umfänglichsten Arbeiten sowohl an Experimenten als theoretischen Entwickelungen sind die des verdienstvollen Gasingenieurs Clegg. Wir folgen, wie fast ausnahmslos die Werke über Gasleitungsanlagen thun, den Beobachtungen

von Clegg, welchen wir die später hinzugekommenen Modificationen des englischen Ingenieurs Pole anschließen.

Hughes entwickelt die hier einschlagenden Erfahrungssätze in sehr übersichtlicher Weise, indem er von den einfachsten Fällen zu den complicirteren übergeht, und zuerst vom Ausfluß der Gase durch einfache Oeffnungen, dann von dem Ausfluß durch horizontale Röhren, endlich von dem durch geneigte Röhren handelt.

Der Ausfluß gasförmiger Körper aus einfachen Oeffnungen ergiebt sich nach derselben ersten Grundregel wie der Ausfluß des Wassers, daß nämlich die Geschwindigkeit, mit der das Gas ausströmt, proportional ist der Quadratwurzel aus dem Drucke. Die Geschwindigkeit des Ausströmens ist natürlich proportional der Menge, die in einer gegebenen Zeit ausströmt. Das aus Gasleitungsröhren ausströmende Leuchtgas steht immer unter Wasserdruck, es ist daher praktisch, diesen Satz so auszudrücken:

Die Menge des aus einer einfachen Oeffnung ausströmenden Gases ist proportional der Quadratwurzel aus der Höhe der Wassersäule, die darauf einwirkt.

H sei die Höhe der den Druck ausübenden Wassersäule in Zollen und Q die diesem Drucke entsprechende Ausflußmenge des Leuchtgases, h eine andere ebenfalls in Zollen der Wassersäule ausgedrückte Pressung, für welche q, die Menge des ausfließenden Gases, gesucht werden soll.

Dann ist $$Q : q = \sqrt{H} : \sqrt{h} \text{ oder } q = \frac{Q\sqrt{h}}{\sqrt{H}} \quad . \quad . \quad . \quad (I)$$

Die Wassersäulen von 1, 4, 9 Zoll Höhe werden also Quantitäten ausströmenden Gases von 1, 2, 3 x Kubikzoll, Kubikfuß ꝛc. entsprechen.

Der Einfluß des specifischen Gewichtes des Gases macht sich in folgender Weise geltend.

Bei gleichem Drucke verhalten sich die Mengen des aus einfachen Oeffnungen ausströmenden Gases umgekehrt wie die Quadratwurzeln aus ihrem specifischen Gewichte.

Es sei G das specifische Gewicht eines Gases, von welchem in einer gegebenen Zeit durch eine gegebene Oeffnung und unter einem gegebenen Drucke die Menge Q ausströmt; g das specifische Gewicht eines anderen Gases, wovon die Menge, die ausströmt, unter sonst ganz gleichen Umständen gesucht werden soll, so ist

$$\sqrt{g} : \sqrt{G} = Q : q \text{ oder } q = \frac{Q \,.\, \sqrt{G}}{\sqrt{g}} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (II)$$

Wenn sowohl der Druck als das specifische Gewicht des Gases als constant angenommen werden, dagegen die Ausströmungsöffnungen wechseln, so sind die Mengen des ausströmenden Gases gleich den Querschnitten der Oeffnungen oder den Quadraten von deren Durchmesser. In Wirklichkeit erfährt dieser Satz, wegen der an den Wänden der Ausflußöffnung stattfindenden Reibung, eine Modification. Die Reibung ist verhältnißmäßig kleiner bei weiteren Oeffnungen, ihr Durchlassungsvermögen daher verhältnißmäßig größer als das engerer Oeffnungen. Die Prak-

tiker vernachläſſigen jedoch dieſen Factor gern und reduciren nicht den Durchmeſſer der weiteren Röhren, obſchon ſie geringere Reibung bieten. Ein kleiner Ueberſchuß an der Weite der Röhren gleicht immerhin Unvollkommenheiten der Form und des Legens derſelben aus.

Es ſei nach dem Geſagten D der Durchmeſſer einer Ausflußöffnung, wodurch Q eine gewiſſe Gasmenge ausſtrömt, ſo iſt, wenn d der Durchmeſſer einer anderen Ausflußöffnung iſt, q die Menge des daraus unter ſonſt gleichen Umſtänden ausſtrömenden Gaſes:

$$Q : q = D_2 : d_2 \text{ oder } q = \frac{d^2 Q}{D^2} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (III)$$

Clegg hat Verſuche über Ausflußgeſchwindigkeiten angeſtellt. Er ſtellt darin den Begriff »Anfangsgeſchwindigkeit« auf, d. h. die Geſchwindigkeit, mit der ein Gas durch eine Oeffnung ausſtrömt, ohne daß es vorher durch eine längere oder kürzere Röhre von gleichem Durchmeſſer gegangen iſt. Leider ſind dieſe Verſuche weder der Zahl noch dem Maßſtabe nach ganz ausreichend.

Die erſte kleine Tabelle, die Clegg mittheilt, giebt die in einer Stunde ausſtrömenden Mengen eines Gaſes (von 0,420 ſpecif. Gewicht) an, welches durch eine Oeffnung von $^1/_4$ Zoll (engl.) Durchmeſſer bei einem Drucke ausſtrömt, der zwiſchen $^1/_2$ Zoll und 5 Zoll Waſſerſäule wechſelt. Was die Rechnung nach obigem (I) ergäbe, iſt in der dritten Columne beigefügt; man ſieht, daß Rechnung und Experiment ſich ziemlich nahe aneinander anſchließen.

Druck in Zoll Waſſerſäule	Gefundene Menge des ausſtrömenden Gaſes in Kubikfuß.	Berechnete Menge des ausſtrömenden Gaſes in Kubikfuß.
$^1/_2$″	80	—
1	113	111,7
2	160,5	160
3	195	193,1
4	226	226,2
5	253	253

Eine andere Verſuchsreihe, die Clegg mit Gas, das ebenfalls eine Dichtigkeit von 0,420 hat, angeſtellt, handelt von der Menge ausfließenden Gaſes bei einem conſtanten Drucke von $^1/_2$ Zoll, aber wechſelnder Weite der Ausflußöffnungen.

Durchmesser der Oeffnung in Zoll.	Gefundene Menge des ausströmenden Gases in Kubikfuß.	Berechnete Menge des ausströmenden Gases in Kubikfuß.
0,25	80	—
0,50	321	320
0,75	723	720
1,00	1287	1280
1,125	1625	1620.
1,250	2010	2000
1,50	2885	2880
6,00	46150	46080

Weil mit der Weite der Oeffnung die Reibung verhältnißmäßig geringer wird, ergiebt sich ein Ueberschuß der gefundenen über die berechnete Menge ausströmenden Gases.

Wenn wir nun, auf die Clegg'schen Versuche fußend, die drei Factoren, um die sie sich drehen, nämlich den Druck, die Weite der Oeffnung und das specifische Gewicht verändern und einen um den anderen einführen, so können wir die Ausflußmenge des Gases bei jedem specifischen Gewichte, jedem beliebigen Drucke und für jede Weite der Ausflußöffnung finden, wie folgendes Beispiel zeigen wird.

Wir haben im ersten Clegg'schen Versuche Gas von 0,42 specif. Gewicht; eine Oeffnung von 0,25 Zoll Durchmesser, einen Druck von 0,5 Zoll und diesem entspricht die Ausflußmenge von 80 Kubikfuß.

Es sei nun das specifische Gewicht = 0,5, der Oeffnungsdurchmesser = 4 Zoll, die drückende Wassersäule = 2,5 Zoll. Wie groß ist die Ausflußmenge pro Stunde?

Wir haben nach II:

$$q = \frac{80 \,.\, \sqrt{0{,}420}}{\sqrt{0{,}500}} = \frac{51{,}84}{0{,}707} = 73{,}3 \text{ Kubikfuß},$$

und nach III:

$$q = \frac{4^2 \,.\, 73{,}3}{0{,}25^2} = \frac{1172{,}8}{0{,}0625} = 18765 \text{ Kubikfuß},$$

und nach I:

$$q = \frac{\sqrt{2{,}5} \,.\, 18765}{\sqrt{0{,}5}} = \frac{29649}{0{,}707} = 41936 \text{ Kubikfuß}.$$

Bei allen vorhergehenden Betrachtungen und Versuchen sind noch die Längen der Röhren nicht in Anschlag gebracht, durch welche das Gas strömt, oder vielmehr, es ist bisher nur von Oeffnungen in Wänden und nicht von röhrenförmigen Abflußcanälen die Rede gewesen.

Die Versuche, die Clegg hierüber anstellte, erstrecken sich auf sechs Experimente mit 6 Zoll weiten Röhren und bis zu einer Länge von 34 Yards, bei einem Drucke von $^1/_2$ Zoll Wassersäule. Aus diesen Versuchen folgert er, daß für gleiche Zeiten, bei gleichem Druck, gleicher Röhrenweite und gleicher Dichtigkeit des Gases die ausströmenden Mengen des letzteren sich umgekehrt verhalten wie die Quadratwurzeln aus den Längen der Röhre. Dies gilt jedoch nur so lange die Leitung horizontal liegt.

Clegg fand für eine 3,46 Yard lange Röhre (Druck, specifisches Gewicht und Weite wie oben angegeben) eine Ausflußmenge von 44280 Kubikfuß. Ist nun L bei sonst gleichen Umständen die Länge einer anderen Röhre, so ist die Ausflußmenge aus dieser q

$$\sqrt{L} : \sqrt{3{,}46} = 44280 : q \text{ oder } q = \frac{44280 \,.\, \sqrt{3{,}46}}{\sqrt{L}}.$$

Wenn wir aber das Product in dem Zähler der letzteren Gleichung $= P$ setzen, so ist

$$q = \frac{P}{\sqrt{L}} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad \text{(IV)}$$

In unserem Falle ist aber P (das Product von 44280 mit $\sqrt{3{,}46}$) $= 82361$.

Man kann nun vermöge der Gleichung III finden, wie sich die Ausflußmenge aus einer Röhre verhält, die nicht nur eine andere Länge, sondern auch einen anderen Durchmesser hat. Es sei letzterer $= D$, so ist:

$$q = \frac{D^2 \,.\, 82361}{6^2 \,.\, \sqrt{L}} = \frac{2288 \,.\, D^2}{\sqrt{L}}.$$

Wenn für Gas von einem anderen specifischen Gewichte (dies sei z. B $= g$) die Ausflußmenge gesucht werden soll, so ist:

$$Q = \frac{2288 \,.\, D^2 \,.\, \sqrt{0{,}420} \,.\, H}{\sqrt{0{,}5 \; L \,.\, g}} = 2288 \, D^2 \sqrt{0{,}84} \sqrt{\frac{H}{L \,.\, g}}$$

oder

$$Q = 2096 \,.\, D^2 \sqrt{\frac{H}{L \,.\, g}} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad \text{(V)}$$

Aus dieser Gleichung leitet sich der Werth von D ab. Es ist:

$$D = \sqrt{\frac{Q}{2096 \sqrt{\frac{H}{L \,.\, g}}}}.$$

Die Gleichung V ist also aus einem einzigen Falle, d. h. aus Versuchen mit Röhren von 6 Zoll Weite und bei $^1/_2$ Zoll Druck, ferner mit Gas von 0,42 specif. Gewicht abgeleitet. Nichtsdestoweniger benutzt Clegg diese Formel zur Berechnung großer Tafeln, die von den meisten Gasingenieuren gebraucht werden, und die sich unten mitgetheilt finden.

Es muß jedoch zu diesen Tabellen bemerkt werden, daß sie für kleinere Durchmesser der Röhren, z. B. solche unter $^1/_2$ Zoll ein zu großes, und bei sehr

weiten Röhren, von z. B. 26 Zoll ein bei Weitem zu kleines Ausflußquantum angeben.

Dimensionen unter $^1/_2$ Zoll sowie über 26 Zoll Weite sind indessen selten vorkommend, so daß die Clegg'schen Tabellen dem Bedürfniß des Praktikers hinreichend entsprechen mögen.

Es sind noch Versuche von Pole angestellt worden, in welchen sowohl die Röhrenweite als der Druck und das specifische Gewicht des Gases wechselnd genommen sind. Die Resultate stimmen allerdings nicht genau mit den Clegg'schen Tabellen, und es lohnt deshalb wohl der Mühe, nach einer Formel zu suchen, die wirklich den allgemeinen Ausdruck enthält.

Zerlegt man die Formel V: $Q = 2096 \cdot D^2 \sqrt{\frac{H}{L \cdot g}}$ in der Weise, daß $D^2 \sqrt{\frac{H}{L \cdot g}} = A$ gesetzt, der Coefficient 2096 aber als variabel $= x$ genommen wird, und soll der Werth von x aus noch anderen Experimenten gesucht werden, so kann dies geschehen, weil

$$x = \frac{Q}{D^2 \sqrt{\frac{H}{L \cdot g}}} \qquad x = \frac{Q \sqrt{L \cdot g}}{D^2 \sqrt{H}}$$

wenn Q, L, g, D und H durch das Experiment gegeben sind.

Nun findet man, daß bei Röhren von $^1/_2$ Zoll Weite x im Mittel $= 952$
Bei den Clegg'schen Versuchen (siehe oben) . . . . . $= 2096$
Nach Versuchen mit Röhren von 26 Zoll Weite . . . . . $= 6806$
ist. Dies sind also drei außerordentlich abweichende Werthe.

Es ist der Coefficient x, der für Röhren von 26 Zoll Weite gefunden wurde, ungefähr siebenmal größer als der für Röhren von $^1/_2$ Zoll Weite.

$$7 \times 952 = 6464.$$

Es fließt also durch eine Röhre von 26 Zoll Durchmesser durch denselben Querschnitt siebenmal so viel Gas aus als bei Röhren von $^1/_2$ Zoll Durchmesser.

Dies erklärt sich aus der im letzteren Falle sehr vermehrten Reibung. Es entspricht dies Verhältniß nahezu dem Verhältniß der Quadratwurzeln aus den Durchmessern.

Es ist nämlich $952 : 6806 = \sqrt{0{,}5} : 5{,}055,$

während $\sqrt{26} = 5{,}099$ ist.

Man kann daher sagen, es wachsen die Ausflußmengen proportional den Quadratwurzeln aus den Röhrendurchmessern.

Ist dies richtig und halten wir uns an die Versuche mit den 26zölligen Röhren, bei welchen der Coefficient $x = 6806$ gefunden wurde, so muß dieser durch die Quadratwurzel aus dem Röhrendurchmesser dividirt werden, um den neuen richtigen Coefficienten zu erhalten. Dieser ist also

$$\frac{6806}{\sqrt{26}} = \frac{6806}{5{,}099} = 1335,$$

und die Formel wäre

$$1335 \cdot D^2 \sqrt{\frac{H \cdot D}{L \cdot g}} = Q.$$

Diese Formel ist die von Hughes aufgestellte; sie weicht nicht sehr ab von derjenigen, die Pole giebt und welche ist:

$$1350 \cdot D^2 \sqrt{\frac{H \cdot D}{L \cdot g}}.$$

Ueber den Gebrauch und zugleich über die Brauchbarkeit der Formel ein Beispiel.

Es sei $D = 18''$, $L = 1760'$, $H = 1''$ und $g = 0{,}4$, dann ist

$$q = 1335 \cdot 18^2 \sqrt{\frac{1 \cdot 18}{1760 \cdot 0{,}4}} = 1335 \cdot 324 \times \frac{4{,}24}{26{,}533} = 67522.$$

Es ist durch den Versuch aber 66000 Kubikfuß Gas als die stündlich ausströmende Menge gefunden worden.

Ueber den Einfluß des Steigens oder Fallens der Röhrenfahrt sind so viel wie keine Versuche vorhanden. Alles, was man hat, sind Schätzungen erfahrener Praktiker. Die Regel, welche hier angenommen wird, ist folgende: Es mindert sich der Druck auf das Gas für je einen Fuß Senkung der Leitung um $^1/_{100}$ Zoll, und mehrt sich um $^1/_{100}$ Zoll für je einen Fuß Steigung der Röhrenfahrt. Es sei also an einem gegebenen Punkte der Druck auf das Gas z. B. = 1 Zoll, die Röhrenfahrt steige aber von diesem Punkte aus um 10 Fuß, so nimmt der Druck um 0,1 Zoll zu, ist also 1,1″.

Mitten in oder am Ende einer längeren Röhrenfahrt ist der Druck nicht der gleiche, der beim Eintritt des Gases in die Röhre stattfand, er vermindert sich. Es sind jedoch keine hinlänglich genauen Versuche vorhanden, welche Anhaltepunkte hierüber zu geben vermöchten; einige Angaben, die man über dies Verhältniß hat, widersprechen sich ziemlich stark.

Die Clegg'schen Tafeln sind die folgenden.

Ausflu menge eines Gases von 0,42 specif. Gewicht in Kubikfuß pro Stunde und bei einem Drucke von einem Zoll Wassersäule.

Länge der Röhren in Yards *).	Durchmesser der Röhren in Zoll.															
	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XII.	XIV.	XVI.	XVIII.	XX.	XXII.	XXIV.
20	2291	7253														
30	2149	5941	12160	21262												
40	1859	5127	11340	18192	28965											
50	1666	4580	9417	16367	25758	38168	53308									
100	1177	3244	6652	11643	18322	26989	37670	50519	65475							
150	961	2653	5421	9483	14968	21027	30758	41334	53970	84758	124362					
200	833	2284	4708	8209	12976	19051	26611	35757	46575	73288	107950	150681	201986			
250	745	3053	4212	7357	11566	17066	23846	32367	42580	65703	96579	134774	179252	235440	300564	
300	679	1871	3844	6716	10594	15479	21686	29196	37935	59875	88111	123033	164899	214920	272467	392418
400	589	1654	3326	5804	9136	13594	18576	25259	32845	51904	76204	106464	139530	186840	235877	344050
500	529	1433	2980	5129	8164	12039	16848	22526	29430	46461	68266	95785	127714	164700	211048	308458
600	480	1324	2721	4725	7481	10970	15292	20557	26865	43379	62181	87145	116785	151740	192753	281080
700	442	1227	2505	4307	6901	10187	14169	19026	24840	39288	67682	80924	108037	140400	177071	260091
800	—	1142	2354	4083	6463	9526	13305	17824	23220	36547	53978	75740	101039	131220	166617	243664
900	—	1081	2203	3847	6075	8996	12268	16839	21870	34599	50803	71248	95653	124200	158122	228062
1000	—	1020	2095	3678	5783	8533	11836	15965	20790	32853	48157	67882	90541	117720	148975	218111
1760	—	—	1576	2767	4374	6416	8985	12137	17010	24688	36205	50803	68234	88560	112284	164268
2640	—	—	1296	2261	3547	5225	7257	9841	12690	20217	29635	41512	55549	72360	91476	134152
3520	—	—	1123	1957	3013	4498	6307	8529	11070	17526	25686	35942	48114	62640	79061	115900
5280	—	—	—	—	2527	3704	5184	6889	9040	14191	20905	28030	39366	50760	64680	94910
7040	—	—	—	—	—	3175	4496	6014	7836	12247	17992	25228	34117	44280	55892	82134
8800	—	—	—	—	—	—	—	5358	7020	10886	16140	22464	29305	39420	50311	73008
10000	—	—	—	—	—	—	—	—	—	10303	15081	21082	28431	36720	47044	68445

*) Der englische Yard oder die Elle = 3 Fuß englisch = 91,488 Centimeter, der englische Fuß also = 30,479 Centimeter.

Die folgenden Tabellen sind von Barlow entworfen.

Röhrendurchmesser = 0,5 Zoll.

Röhrenlänge in Yards . . .	10	20	30	50	75	100	150
Ausflußmenge bei 0,1″ Druck	37,7	26,7	21,7	16,8	13,8	11,9	9,7
» » 0,2 »	53,4	37,7	30,6	23,8	19,5	16,8	13,8
» » 0,3 »	65,2	46,3	37,7	29,1	23,8	20,7	16,8
» » 0,4 »	—	—	—	33,7	27,5	23,8	19,5
» » 0,5 »	—	—	—	—	—	26,7	21,7

Röhrendurchmesser = 0,75 Zoll.

Röhrenlänge in Yards . . .	10	20	30	50	75	100	150
Ausflußmenge bei 0,1″ Druck	104,3	73,8	60,0	46,6	37,9	32,9	26,9
» » 0,2 »	147,5	104,3	84,9	65,8	53,7	46,6	37,9
» » 0,3 »	—	—	104,3	80,9	65,8	57,0	46,6
» » 0,4 »	—	—	—	93,2	75,9	65,8	53,8
» » 0,5 »	—	—	—	—	—	73,8	60,0

Röhrendurchmesser = 1 Zoll.

Röhrenlänge in Yards . . .	10	20	30	50	75	100	150
Ausflußmenge bei 0,1″ Druck	214	151	124	95	78	67	55
» » 0,2 »	302	214	175	135	110	95	78
» » 0,3 »	—	—	214	165	135	117	95
» » 0,4 »	—	—	—	190	156	135	110
» » 0,5 »	—	—	—	—	—	151	123

Röhrendurchmesser = 1,25 Zoll.

Röhrenlänge in Yards . . .	25	50	75	100	150	200	300
Ausflußmenge bei 0,1″ Druck	286	167	137	118	96	84	68
» » 0,2 »	333	236	192	167	137	118	96
» » 0,3 »	—	289	236	205	167	144	118
» » 0,4 »	—	—	—	236	192	167	137
» » 0,5 »	—	—	—	—	—	187	152

Röhrendurchmesser = 1,5 Zoll.

Röhrenlänge in Yards . . .	25	50	75	100	150	200	300
Ausflußmenge bei 0,1″ Druck	374	264	215	187	152	132	107
» » 0,2 »	528	374	304	264	215	187	152
» » 0,3 »	—	458	374	322	264	229	187
» » 0,4 »	—	—	—	374	304	264	215
» » 0,5 »	—	—	—	—	—	295	239

Röhrendurchmesser = 2 Zoll.

Röhrenlänge in Yards . . .	50	75	100	150	200	300	500
Ausflußmenge bei 0,1″ Druck	540	441	381	311	270	220	170
» » 0,2 »	763	623	540	441	381	331	241
» » 0,3 »	—	763	665	540	468	381	296
» » 0,4 »	—	—	—	623	540	441	341
» » 0,5 »	—	—	—	—	—	492	381

Röhrendurchmesser = 2,5 Zoll.

Röhrenlänge in Yards . . .	50	75	100	150	200	300	500
Ausflußmenge bei 0,1″ Druck	943	770	667	545	471	335	298
» » 0,2 »	1335	1090	943	770	667	545	421
» » 0,3 »	—	1335	1172	943	819	667	516
» » 0,4 »	—	—	—	1090	943	770	596
» » 0,5 »	—	—	—	—	—	861	667
» » 0,6 »	—	—	—	—	—	—	731

Röhrendurchmesser = 3 Zoll.

Röhrenlänge in Yards . . .	100	150	250	500	750	1000	1250
Ausflußmenge bei 0,1″ Druck	1054	859	666	471	384	333	298
» » 0,2 »	1440	1214	942	666	548	471	375
» » 0,3 »	—	1487	1153	815	666	576	529
» » 0,4 »	—	—	1332	942	768	666	596
» » 0,5 »	—	—	—	1054	859	744	666
» » 0,6 »	—	—	—	—	942	815	739
» » 0,8 »	—	—	—	—	—	942	845
» » 1,0 »	—	—	—	—	—	—	942

Röhrendurchmesser = 4 Zoll.

Röhrenlänge in Yards . . .	100	250	500	750	1000	1250	1500
Ausflußmenge bei 0,1″ Druck	2160	1366	966	788	683	611	557
» » 0,2 »	3054	1932	1366	1114	966	864	788
» » 0,3 »	—	2366	1673	1366	1183	1058	966
» » 0,4 »	—	—	1932	1576	1366	1222	1114
» » 0,5 »	—	—	—	1761	1526	1366	1245
» » 0,6 »	—	—	—	1932	1672	1496	1366
» » 0,8 »	—	—	—	—	1932	1728	1576
» » 1,0 »	—	—	—	—	—	1932	1761
» » 1,5 »	—	—	—	—	—	—	2160

Röhrendurchmesser = 5 Zoll.

Röhrenlänge in Yards . . .	100	250	500	750	1000	1250	1500
Ausflußmenge bei 0,1″ Druck	3540	2245	1587	1296	1122	1000	910
» » 0,2 »	5005	3174	2245	1832	1587	1414	1296
» » 0,3 »	—	2888	2748	2245	1943	1732	1575
» » 0,4 »	—	—	3174	2592	2245	2000	1820
» » 0,5 »	—	—	—	2888	2508	2236	1934
» » 0,6 »	—	—	—	3174	2748	2449	2245
» » 0,8 »	—	—	—	—	3174	2828	2596
» » 1,0 »	—	—	—	—	—	3174	2817
» » 1,5 »	—	—	—	—	—	—	3540

Röhrendurchmesser = 6 Zoll.

Röhrenlänge in Yards . . .	250	500	750	1000	1250	1500	1750
Ausflußmenge bei 0,1″ Druck	3770	2660	2170	1880	1680	1530	1420
» » 0,2 »	5320	3770	3130	2660	2370	2170	2010
» » 0,3 »	6520	4620	3770	3270	2920	2660	2460
» » 0,4 »	7540	5320	4340	3770	3360	3060	2840
» » 0,5 »	—	5970	4860	4210	3770	3430	3180
» » 0,6 »	—	—	5320	4620	4130	3770	3460
» » 0,8 »	—	—	—	5320	4740	4340	4020
» » 1,0 »	—	—	—	—	5320	4860	4500
» » 1,5 »	—	—	—	—	—	5970	5500
» » 2,0 »	—	—	—	—	—	—	6360

Röhrendurchmesser = 7 Zoll.

Röhrenlänge in Yards . . .	250	500	750	1000	1250	1500	1750
Ausflußmenge bei 0,1″ Druck	5560	3920	3200	2780	2470	2270	2100
» » 0,2 »	7840	5560	4510	3920	3500	3200	2960
» » 0,3 »	9600	6800	5560	4800	4300	3920	3640
» » 0,4 »	11120	7840	6400	5560	4940	4540	4200
» » 0,5 »	—	8750	7180	6200	5560	5060	4680
» » 0,6 »	—	—	7840	6800	6080	5560	5130
» » 0,8 »	—	—	—	7840	7020	6400	5930
» » 1,0 »	—	—	—	—	7840	7180	6610
» » 1,5 »	—	—	—	—	—	8750	8120
» » 2,0 »	—	—	—	—	—	—	9360

Röhrendurchmesser = 8 Zoll.

Röhrenlänge in Yards . . .	250	500	750	1000	1250	1500	1750
Ausflußmenge bei 0,1″ Druck	7760	5470	4470	3880	3460	3160	2920
» » 0,2 »	10940	7760	6310	5470	4880	4470	4130
» » 0,3 »	13400	9450	7760	6700	5980	5470	5050
» » 0,4 »	15520	10940	8940	7760	6920	6320	5840
» » 0,5 »	—	12200	9900	8640	7760	7020	6520
» » 0,6 »	—	—	10940	9450	8480	7760	7150
» » 0,8 »	—	—	—	10940	9780	8940	6260
» » 1,0 »	—	—	—	—	10940	9900	9237
» » 1,5 »	—	—	—	—	—	12200	11300
» » 2,0 »	—	—	—	—	—	—	13040

Röhrendurchmesser = 9 Zoll.

Röhrenlänge in Yards . . .	250	500	750	1000	1250	1500	1750
Ausflußmenge bei 0,1″ Druck	10400	7380	6350	5200	4650	4250	3950
» » 0,2 »	14760	10400	8500	7380	6480	6000	5620
» » 0,3 »	18000	12780	10400	9000	8300	7380	6800
» » 0,4 »	20800	14760	12700	10400	9300	8500	7900
» » 0,5 »	—	16500	13420	11900	10400	9680	8800
» » 0,6 »	—	—	14760	12780	11400	10400	9650
» » 0,8 »	—	—	—	14760	13100	12000	11050
» » 1,0 »	—	—	—	—	14760	13420	12380
» » 1,5 »	—	—	—	—	—	16500	15200
» » 2,0 »	—	—	—	—	—	—	17600

Röhrendurchmesser = 10 Zoll.

Röhrenlänge in Yards . . .	500	750	1000	1250	1500	1750	2000
Ausflußmenge bei 0,1″ Druck	9560	7800	6750	6050	5520	5100	4780
» » 0,2 »	13500	11040	9560	8520	7800	7300	6750
» » 0,3 »	16500	13500	11700	10520	9560	8850	8250
» » 0,4 »	19120	15600	13500	12100	11040	10200	9560
» » 0,5 »	21300	17400	15050	13500	12380	11400	10650
» » 0,6 »	—	19120	16500	14800	13500	12500	11650
» » 0,8 »	—	—	19120	17050	15600	14400	13500
» » 1,0 »	—	—	—	19120	17400	16150	15050
» » 1,5 »	—	—	—	—	21300	19600	18500
» » 2,0 »	—	—	—	—	—	22800	21300

Röhrendurchmesser = 12 Zoll.

Röhrenlänge in Yards . . .	500	750	1000	1250	1500	1750	2000
Ausflußmenge bei 0,1″ Druck	15100	12300	10700	9550	8700	8050	7550
» » 0,2 »	21400	17400	15100	13450	12300	11350	10700
» » 0,3 »	26100	21400	19500	16500	15100	10050	13050
» » 0,4 »	30200	24600	21400	19100	17400	16100	15100
» » 0,5 »	33600	27500	23800	21400	19440	18050	16800
» » 0,6 »	—	30200	26100	23300	21400	19800	19500
» » 0,8 »	—	—	30200	26900	24600	22700	21400
» » 1,0 »	—	—	—	30200	27500	25450	23800
» » 1,5 »	—	—	—	—	33600	31250	29250
» » 2,0 »	—	—	—	—	—	36100	33600

Röhrendurchmesser = 14 Zoll.

Röhrenlänge in Yards . . .	500	750	1000	1250	1500	1750	2000
Ausflußmenge bei 0,1″ Druck	22100	18100	15600	13950	12750	11800	11050
» » 0,2 »	31200	25500	22100	19800	18100	16700	15600
» » 0,3 »	38400	31200	27100	24250	22100	20500	19200
» » 0,4 »	44200	36200	31200	27900	25500	23600	22100
» » 0,5 »	49400	40400	35000	31200	28500	26460	24700
» » 0,6 »	—	44200	38400	34300	31200	28900	27100
» » 0,8 »	—	—	44200	39600	36200	33400	31200
» » 1,0 »	—	—	—	44200	40400	37300	35000
» » 1,5 »	—	—	—	—	49400	45700	42600
» » 2,0 »	—	—	—	—	—	52920	49400

Röhrendurchmesser = 15 Zoll.

Röhrenlänge in Yards . . .	500	750	1000	1250	1500	1750	2000
Ausflußmenge bei 0,1″ Druck	26300	21400	18600	16600	15200	14000	13150
» » 0,2 »	37200	30400	26300	23500	21400	19900	18600
» » 0,3 »	45500	37200	32250	28750	26300	24300	22750
» » 0,4 »	52600	42800	37200	33200	30400	28000	26300
» » 0,5 »	58700	48000	41600	37200	34000	31400	29350
» » 0,6 »	—	52600	45500	40700	37200	34450	32250
» » 0,8 »	—	—	52600	47000	42800	39800	37200
» » 1,0 »	—	—	—	52600	48000	44000	41600
» » 1,5 »	—	—	—	—	58700	54300	50800
» » 2,0 »	—	—	—	—	—	62800	58700

Röhrendurchmesser = 16 Zoll.

Röhrenlänge in Yards . . .	500	750	1000	1250	1500	1750	2000
Ausflußmenge bei 0,1″ Druck	31000	25250	21850	19550	17850	16550	15500
» » 0,2 »	43700	35700	31000	27700	25250	23400	21850
» » 0,3 »	53600	43700	38100	34000	31000	28700	26800
» » 0,4 »	62000	50500	43700	39100	35700	33100	31000
» » 0,5 »	69120	56600	49000	43700	39900	37150	34560
» » 0,6 »	—	62000	53600	47900	43700	38100	40700
» » 0,8 »	—	—	62000	55400	50500	46800	43700
» » 1,0 »	—	—	—	62000	56600	52400	49000
» » 1,5 »	—	—	—	—	69120	63900	60100
» » 2,0 »	—	—	—	—	—	74300	69120

Röhrendurchmesser = 18 Zoll.

Röhrenlänge in Yards . . .	500	750	1000	1500	2000	2500	3000
Ausflußmenge bei 0,1″ Druck	41400	33800	29400	23900	20700	18400	16900
» » 0,2 »	58800	47800	41400	33800	29400	26200	23900
» » 0,3 »	71800	58800	50800	41400	35900	32100	29400
» » 0,4 »	82800	67600	58800	47800	41400	36800	33800
» » 0,5 »	92600	75700	56500	53500	46300	41400	37850
» » 0,6 »	—	82800	71800	58800	50800	45400	41400
» » 0,8 »	—	—	82800	67600	58800	52300	33800
» » 1,0 »	—	—	—	75700	65600	58800	53500
» » 1,5 »	—	—	—	—	80000	71800	65600
» » 2,0 »	—	—	—	—	—	82800	75700
» » 2,5 »	—	—	—	—	—	—	84500

Röhrendurchmesser = 20 Zoll.

Röhrenlänge in Yards . . .	500	750	1000	1500	2000	2500	3000
Ausflußmenge bei 0,1″ Druck	54000	44000	38250	31200	27000	24200	22000
» » 0,2 »	76500	62400	54000	44000	38250	34200	31200
» » 0,3 »	93500	76500	66100	54000	46750	41800	38250
» » 0,4 »	108000	88000	76500	62400	54000	48400	44000
» » 0,5 »	120500	98800	85300	69800	62250	54000	49400
» » 0,6 »	—	108000	93500	76500	66100	59100	54000
» » 0,8 »	—	—	108000	88000	76500	68400	62400
» » 1,0 »	—	—	—	98800	85300	76500	69800
» » 1,5 »	—	—	—	—	102300	93500	85300
» » 2,0 »	—	—	—	—	—	108000	98800
» » 2,5 »	—	—	—	—	—	—	110200

Röhrendurchmesser = 22 Zoll.

Röhrenlänge in Yards . . .	500	750	1000	1500	2000	2500	3000
Ausflußmenge bei 0,1″ Druck	68600	56000	48400	39600	34300	30700	28000
» » 0,2 »	96800	79200	68600	56000	48400	43400	39600
» » 0,3 »	118800	96800	84000	68600	59400	53300	48400
» » 0,4 »	137200	112000	96800	79200	68600	61400	56000
» » 0,5 »	153500	122500	108200	88600	76800	68400	61200
» » 0,6 »	—	137200	118800	96800	84000	75000	68600
» » 0,8 »	—	—	137200	112000	96800	86500	79200
» » 1,0 »	—	—	—	122500	108200	96800	88600
» » 1,5 »	—	—	—	—	132000	118800	108200
» » 2,0 »	—	—	—	—	—	137200	122500
» » 2,5 »	—	—	—	—	—	—	140000

Röhrendurchmesser = 24 Zoll.

Röhrenlänge in Yards . . .	500	750	1000	1500	2000	2500	3000
Ausflußmenge bei 0,1″ Druck	84000	68600	59500	48500	42000	37500	34300
» » 0,2 »	119000	97000	84000	68600	59500	53400	48500
» » 0,3 »	145500	119000	103000	84000	72700	65200	59500
» » 0,4 »	168000	137200	119000	97000	84000	75000	68600
» » 0,5 »	187500	155000	135600	108600	93800	84000	77500
» » 0,6 »	—	168000	145000	119000	103000	92000	84000
» » 0,8 »	—	—	168000	137200	119000	106000	97000
» » 1,0 »	—	—	—	155000	135600	119000	108600
» » 1,5 »	—	—	—	—	163000	145500	135600
» » 2,0 »	—	—	—	—	—	168000	155000
» » 2,5 »	—	—	—	—	—	—	172000

Röhrendurchmesser = 26 Zoll.

Röhrenlänge in Yards . . .	750	1000	1500	2000	2500	3000	4000
Ausflußmenge bei 0,1″ Druck	85000	73500	60000	52000	46500	42500	36750
» » 0,2 »	120000	104000	85000	73500	65800	60000	52000
» » 0,3 »	147000	127000	104000	90000	80600	73500	63500
» » 0,4 »	170000	147000	120000	104000	93000	85000	73500
» » 0,5 »	189000	165000	134000	116000	104000	94500	82500
» » 0,6 »	208000	180000	147000	127000	114000	104000	90000
» » 0,8 »	—	208000	170000	147000	132000	120000	104000
» » 1,0 »	—	—	189000	165000	147000	134000	116000
» » 1,5 »	—	—	—	201000	180000	165000	142000
» » 2,0 »	—	—	—	—	208000	189000	165000
» » 2,5 »	—	—	—	—	—	213000	184000
» » 3,0 »	—	—	—	—	—	—	201000

Röhrendurchmesser = 28 Zoll.

Röhrenlänge in Yards . . .	1000	1500	2000	2500	3000	4000	5000
Ausflußmenge bei 0,5″ Druck	198000	161000	140000	125000	114500	99000	88600
» » 1,0 »	280000	229000	198000	177000	161000	140000	125000
» » 1,5 »	—	280000	241000	216000	198000	171000	153500
» » 2,0 »	—	—	280000	250000	229000	198000	177200
» » 2,5 »	—	—	—	280000	255000	222000	198000
» » 3,0 »	—	—	—	—	280000	241000	216000

Röhrendurchmesser = 30 Zoll.

Röhrenlänge in Yards . . .	1000	2000	3000	4000	5000	7500	10000
Ausflußmenge bei 0,5″ Druck	234000	166000	135000	117000	105000	86000	74500
» » 1,0 «	332000	234000	192000	166000	149000	121500	105000
» » 1,5 »	—	287000	234000	203000	182000	149000	128500
» » 2,0 »	—	—	270000	234000	210000	172000	149000
» » 2,5 »	—	—	—	263000	234000	192000	166000
» » 3,0 »	—	—	—	—	257000	210000	182000
» » 4,0 »	—	—	—	—	—	243000	210000

Röhrendurchmesser = 36 Zoll.

Röhrenlänge in Yards . . .	1000	2000	3000	4000	5000	7500	10000
Ausflußmenge bei 1,0″ Druck	530000	372000	303000	265000	234000	192000	166000
» » 1,5 »	—	456000	372000	322000	288000	234000	204000
» » 2,0 »	—	—	428000	372000	332000	271000	234000
» » 2,5 »	—	—	—	416000	372000	303000	265000
» » 3,0 »	—	—	—	—	407000	332000	288000
» » 4,0 »	—	—	—	—	—	384000	332000

Mittelst der obigen Formeln oder der Clegg'schen Tabellen läßt sich für jeden einzelnen Fall die Menge des Gases bestimmen, welches durch eine Leitung durchgelassen wird, und umgekehrt kann daraus berechnet werden, wie weit die Stammleitungsröhre und die Zweigleitungen sein müssen, die für einen gewissen Gasconsum anzulegen sind.

Es schließen sich hier einige praktische Regeln an, die Bezug auf die Röhrenweite haben.

1. Es sind an Stellen, wo Verzweigungen einer Hauptstraßenleitung in Seitenleitungen stattfinden, die Querschnitte der letzteren in Summe etwas größer zu nehmen als der Querschnitt der Hauptleitung. Diese Regel ergiebt sich zwar schon aus den obigen Formeln und Tafeln, da in diesen Rücksicht genommen ist auf die Reibung, welche durch engere Röhren ziemlich vermehrt ist.

2. Man thut gut, die Abzweigungen, die von der Straßenröhre aus in die Häuser führen, etwas weiter zu wählen als die Formeln angeben, da für sie, namentlich an den Stellen, wo sie vertical aufsteigen, Gefahr vor Verstopfung (durch krystallisirendes Naphtalin) vorhanden ist. Es wird empfohlen, die Zuleitungsröhren zu den Straßenlaternen nicht enger als $^3/_4$ Zoll zu machen, den Zuleitungen zu den Häusern aber mindestens eine Weite von 1 Zoll zu geben. Diese Weite reicht hin für 20 Flammen. Kann man die Umbiegung der Zweigröhre in die verticale Richtung im Innern des Gebäudes anbringen, so ist dies dem Aufwärtsführen der Röhre an der Mauer (oder $^1/_2$ bis 1 Zoll tief in dieselbe eingelassen) vorzuziehen, da man auf erstere Weise mehr Schutz hat gegen Einfrieren oder Naphtalinabsatz.

3. In nahem Zusammenhange mit der ungehinderten Strömung des Gases steht die Beseitigung von Feuchtigkeitsansammlungen in demselben. Da, wo eine tiefe Stelle in einer Leitung ist (ein Sack), wird Condensationswasser und Theer, oder möglicherweise von außen eingedrungene Feuchtigkeit zusammenlaufen. Es ist daher an allen derartigen Stellen ein Wassersammler oder Siphon anzubringen. Dieser ist ein gußeisernes cylindrisches Gefäß mit gut schließendem Deckel, von ungefähr der doppelten Weite der anstoßenden Röhren und doppelt so tief als weit. Im oberen Theile desselben, nahe unter dem Deckel, münden einander gegenüber die Gasröhren in an dem Gefäß angegossenen Muffen. In der Mitte des Deckels befindet sich eine verticale Röhre von Eisen, die innen bis beinahe zum Boden des Siphon, außen aber über denselben bis nahe zur Straßebene reicht. Dieser äußere Theil ist durch einen kleinen gut bedeckten Schacht geschützt. Die Entfernung des angesammelten Wassers geschieht durch dieses Rohr mittelst einer aufzuschraubenden Pumpe.

Aehnliche Wassersammler sind in den Hausleitungsröhren, nur in kleinem Maßstabe, anzubringen. Gewöhnlich befinden sie sich an einer tiefen Stelle und bestehen aus einem senkrecht herabgehenden, etwas heberartig gebogenen Rohre, dessen kürzerer Schenkel mit einem Hähnchen oder einem Schraubendeckel zum Ablassen des Wassers versehen ist.

151 Zur Regulirung des Gasstromes in den Leitungsröhren bedarf man ferner Vorrichtungen zur beliebigen Verengerung eines Röhrenstranges. Hierzu dienen am häufigsten und wohl auch am zweckmäßigsten Schieberventile. Es sind dies dieselben Vorrichtungen, die auch zum völligen Abschluß eines Leitungscanals gebraucht werden, z. B. beim Wechseln der Reiniger, beim Füllen und Entleeren der

Gassammler u. s. w. (siehe oben Gasbehälter). In Fig. 197 und 198 sind zwei auf einander senkrechte verticale Durchschnitte durch ein Schieberventil und sein Gehäuse abgebildet. *a* ist der Schieber, *b* eine Schraube, oben in einen vier-

Fig. 197.

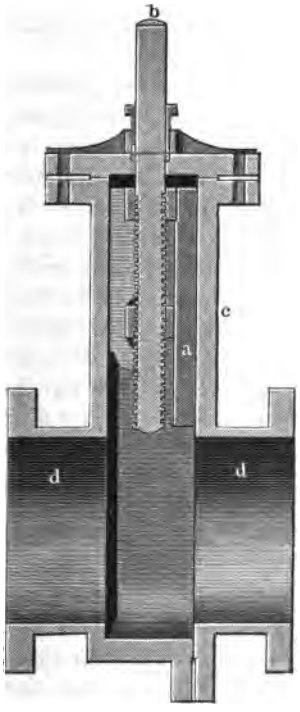
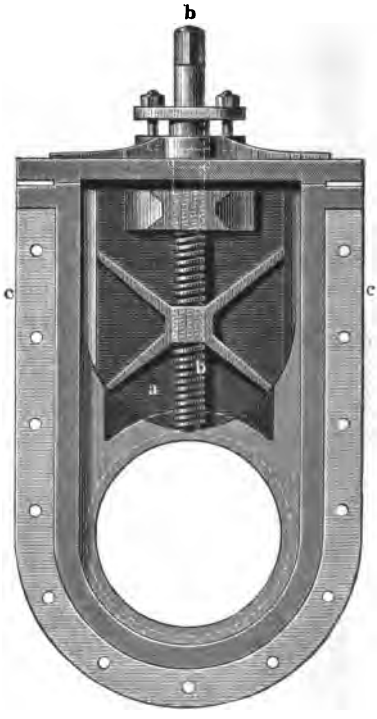


Fig. 198.



eckigen Zapfen zum Aufsetzen des Schlüssels endigend. *c* ist das Gehäuse für den aufwärts gezogenen Schieber und die Schraube, vermittelst welcher er aufwärts gezogen wird. *d d* die Ansätze mit Flantschen für Aufnahme der Gasleitungsröhren.

Der dichte Verschluss einer Gasleitungsanlage hängt sowohl vom 152
Material als von der Zusammenfügungsart der einzelnen Rohrstücke ab.

Man hat zu unterscheiden: 1. die Hauptleitungen oder die Straßenleitung und 2. die kleineren Zweigleitungen oder die Häuserleitung.

Für erstere, die Straßenleitungen, hat man zwar verschiedene Materialien versucht, man ist jedoch im Ganzen und Großen immer wieder zum Gußeisen zurückgekehrt. In der ersten Gruppe in diesem Bande S. 89 ist von den eisernen Wasserleitungsröhren die Rede. Für Gasleitungen dienen vorwiegend die Röhren mit Bechern, Fig. 199 (a. f. S.). Wir verweisen hinsichtlich des Verhältnisses von Länge, Weite, Wandstärke zum Gewicht der gußeisernen Röhren ebenfalls auf Seite 94 der genannten Gruppe. Die einzelnen Röhren werden auf undichte Stellen geprüft durch Verstopfen der Oeffnungen mit Leder und Holzplatten, die mit eisernen Klammern angedrückt werden, Einlegen in einen Trog mit Wasser und

Einpressen von Luft mittelst einer Pumpe, wodurch sich Blasen zeigen, wenn die Röhre nicht dicht ist. Die geprüften Röhren werden dann sämmtlich mit einem starken Theeranstrich versehen. Zwischen dem eingeschobenen Röhrenstück und der Becherwand, d. h. der inneren Wand des erweiterten Röhrenendes, ist ein Raum von $^1/_4$ bis $^1/_2$ Zoll gelassen, welcher mit dem Dichtungsmaterial ausgefüllt wird. Dies besteht:

Fig. 199.

1. Aus einem Mennigekitt, der in den Zwischenraum ringsum eingestrichen wird, worauf ein Stück Seil von ungefähr der Dicke, daß es den Zwischenraum ausfüllt, spiralig aufgewickelt und fest eingestoßen wird. Dies Seil füllt die kreisförmige Fuge bis zu etwa 1 Zoll, bei weiteren Röhren selbst 2 Zoll vom Rande. Es wird in diesen Raum dann noch flüssiges Blei eingegossen, was dadurch bewerkstelligt wird, daß man einen feuchten Lehmring an die Fuge fest anlegt, diesen auf der oberen Seite mit einer trichterförmigen Eingußöffnung versieht und durch diese recht heißes geschmolzenes Blei eingießt. Nach dem Erkalten und Entfernen des Lehmwulstes werden die herausragenden Bleiränder mit einem Meißel abgehauen und dann mit Hammer und Meißel von passenden Dimensionen das andere Blei fest in die Fuge hineingestemmt. Diese Arbeit muß sehr vorsichtig und vollständig ausgeführt werden. Ueber den eingetriebenen Bleiring giebt man dann zuweilen noch eine Kittlage mit einem Seilstück.

2. Den Seite 91 Gruppe 1 dieses Bandes besprochenen Röhrenverschluß mittelst vulcanisirter Kautschukringe hat man auch für Gasröhren empfohlen, denselben aber, soviel uns bekannt, nirgends zur allgemeineren Aufnahme bringen können. Dieselben sollen sich jedoch an einigen Orten mehrere Jahre hindurch ganz gut gehalten haben, auch kommt diese Dichtungsart billiger zu stehen als Bleiverstemmung.

3. Eine andere sehr wenig Dichtungsmaterial bedürfende Verschlußart der Fugen ist die mit Mennige. Es sind die Röhrenenden für diese Verschlußart so abzudrehen (Kappe und Einschubstück schwach conisch), daß sie dicht in einander passen, dann werden sie wohlabgewischt und mit einer ganz dünnen Schicht Mennigekitt (2 Thle. Mennige und 1 Thl. Bleiweiß) bestrichen und dann das Einschubstück in die Kappe eingetrieben. Diese Verbindungsart eignet sich gut für ganz gerade Leitungen, sie soll sehr dicht sein, aber genauen Nachsehens, ob die Röhren ganz unbeweglich in einander stecken, bedürfen.

Für Abweichungen der Röhrenfahrten von der geraden Linie oder für Abzweigungen werden Röhrenstücke von beliebigen Winkeln oder zweiarmige Kappen eingesetzt; seltener ist es, daß man für das erstere Erforderniß Bleiverbindungen einschaltet.

Die Hausleitungen, d. h. die Abzweigung der Leitungen von den Straßen- 153
leitungen zu den Gebäuden und im Innern derselben, werden meist entweder aus Bleiröhren oder aus schmiedeeisernen Röhren gemacht. Erstere haben den Vorzug der Biegsamkeit, sie werden aber auch durch Druck oder Stoß leicht verschlossen oder verletzt und schmelzen bei Feuersbrünsten leicht ab. Ihr Preis ist für eine gegebene Anzahl laufender Fuß und ein gewisses Kaliber nicht viel geringer als der der schmiedeeisernen, weil sie des hohen specifischen Gewichtes des Bleies wegen sehr ins Gewicht fallen, sie machen deshalb, wie es scheint, für Gasbeleuchtungszwecke den schmiedeeisernen Röhren mehr und mehr Platz. Messing-, Kupfer- und Zinnröhren sind selten und theurer. Die Einfügung der schmiedeeisernen Zweigleitungen in die gußeisernen Röhrenfahrten geschieht durch Einbohren der letzteren, Einschneiden eines Schraubengewindes in die Oeffnung, Anschneiden einer kurzen Schraubenspindel in die schmiedeeiserne Röhre, Belegen des schraubenförmigen Stückes mit dünnen Wergfaden und Mennigekitt und Eindrehen der Schraube in die Gußröhren. Wo in Straßenröhren von weniger als 2 Zoll Durchmesser Zweigleitungen eingefügt werden sollen, ist es besser, dies mittelst eines sogenannten T-Stückes zu bewerkstelligen. Ein T-Stück, das Mittel zur Anbringung von rechtwinkligen Seitenleitungen innerhalb der Gebäude, ist ein kurzes, mit zwei Schraubengewinden versehenes, über die schmiedeeisernen Röhren, die es verbinden soll, greifendes Röhrchen, in dessen Mitte ein Ansatz, ebenfalls mit Schraubenmutter versehen, sitzt. Gezogene schmiedeeiserne Röhren kommen zu Gasbeleuchtungszwecken vor in Kalibern von 2 Zoll bis zu $^1/_3$ Zoll, selten über oder unter diesen Durchmessern. Sie lassen sich in diesen Dimensionen, zum Rothglühen erhitzt, leicht biegen.

Die Gasuhren sind Apparate zur Controle des Verbrauchs der Abneh- 154
mer. Man kann sie unterscheiden in trockne Gasuhren und in hydraulische; bei ersteren fällt jede Absperrungsflüssigkeit weg, letztere bedürfen einer solchen. Im Falle des Frierens des Absperrungswassers würde die hydraulische Gasuhr ihren Dienst versagen; wohl hauptsächlich diesem Uebelstande verdankt die trockene Gasuhr ihren Ursprung. Da dieselbe indeß weit größere Schäden an sich hat als die hydraulische Gasuhr und sehr selten in Gebrauch ist, unterlassen wir ganz ihre Beschreibung. Wir wollen bei diesem Anlasse sogleich bemerken, daß man, um das Einfrieren zu verhindern, da, wo hierfür die Gefahr sehr groß ist, ein anderes Mittel anzuwenden vorgeschlagen hat, eine Mischung von Glycerin mit Wasser. Eine solche von 45 Proc. Glycerin von 1,26 specif. Gewicht mit 55 Proc. Wasser gefriert erst bei — 21° R. = — 26,2° C. Auch kann in solchen Fällen Weingeist dienen.

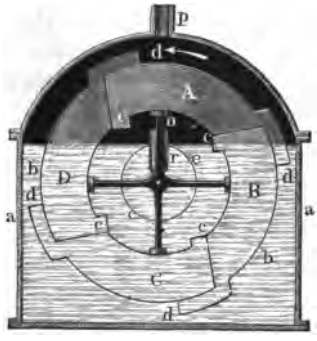
Die hydraulischen Gasuhren, Gaszähler (compteurs, wet meter) haben eine große Reihe von Abänderungen durchlaufen müssen, bis sie auf der gegenwärtigen Stufe der Vervollkommnung angelangt sind. Nur Einzelnes von den älteren Constructionen wollen wir anführen, insofern dies zum Verständniß des neuesten Zustandes beiträgt.

Das Wesentlichste aller älteren und neueren Constructionen ist ein Schaufelwerk, d. h. eine aus vier Kammern gebildete Trommel, die, um eine horizontale

Axe beweglich, mit dem unteren Theile und zwar so tief unter Waſſer ſteht, daß nur etwa $^1/_3$ herausragt. Dieſe Trommel befindet ſich in einem cylindriſchen Gehäuſe ſammt dem Waſſer und dreht ſich um ihre Axe in Folge des einſtrömenden Gaſes. Die Drehungen werden durch ein Zeigerwerk gezählt und da jede durch ſucceſſive Füllung erfolgt (deren Inhalt bekannt iſt), wird von dem Zeigerwerke zugleich die Quantität des durchgeſtrömten Gaſes gemeſſen.

Die Trommel mit den vier aus Hohlſchaufeln gebildeten Kammern iſt in der urſprünglichen Conſtruction, die wir ebenfalls dem genialen Gastechniker Clegg verdanken, wie folgt geſtaltet.

Fig. 200.



In Fig. 200 iſt *aa* das Gehäuſe, *bb* die drehbare Trommel mit den vier Kammern *ABCD*. Jede dieſer Kammern hat eine ſpaltartige Oeffnung *cccc*, gegen die Axe hin gelegen, durch welche das Gas eintritt, und *dddd* eine andere ähnliche an der Peripherie, durch welche das Gas ausſtrömt, um oben bei *P* aus dem Gehäuſe *aa* zu entweichen. Die Figuren 201 bis 204 ſtellen vier verſchiedene Stellungen

Fig. 201.

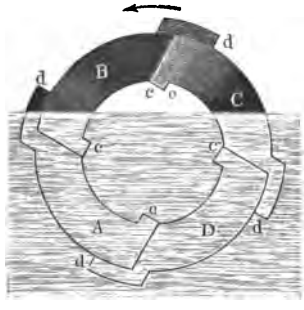


Fig. 202.

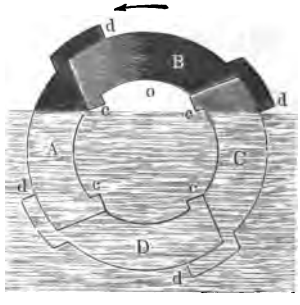


Fig. 203.

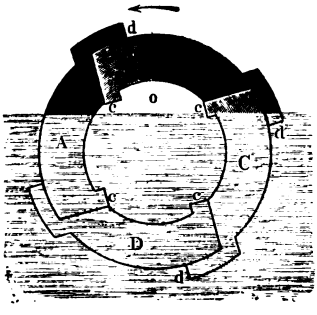
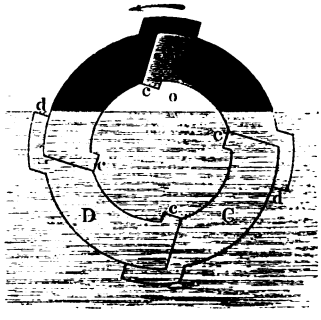


Fig. 204.



der Trommel *b* dar, welche sich durch Drehung derselben in der Richtung des Pfeiles ergeben.

Die Wand der Trommel geht gegen die Axe hin über die Wände der Kammern bis nach *ee*; in den von dem kranzförmigen Wandstück *ee* umschlossenen Raum tritt das Gas durch eine Röhre *z*, welche über dem Wasserspiegel mündet, ein. Bei *o* ist unter einem kleinen gewölbartigen Stück der gerade obenauf befindlichen Kammer und eingeschlossen von den oberen Theilen des Blechkranzes *ee* eine kleine Menge Gas enthalten. Die Zufuhr neuen Gases an diese Stelle erfolgt durch *z*; suchen wir den Weg, auf welchem es entweichen kann. In der Stellung der Trommel, Fig. 201, tritt es durch *c* nach *B*; da es aus dieser Kammer nicht wieder heraus kann, weil der Spalt *d* noch unter Wasser ist, wirkt das unter einem gewissen Drucke stehende Gas auf die Wand *v* oder, was hinsichtlich des Erfolges dasselbe ist, es verdrängt Wasser aus dieser Kammer, bewirkt dadurch Erhöhung des Wasserstandes auf der anderen Seite der Axe und bewegt in Folge hiervon die Wand in der Richtung des Pfeiles, wodurch sich ein immer größer werdender Raum der Kammer *B* über das Wasser erhebt. In Fig. 202 sehen wir *B* beinahe gefüllt, dies ist vollständig der Fall in Fig. 203, wo die zu *B* gehörende Spaltöffnung *c* eben untertaucht, während *d* sich über das Wasser erhebt und gleichzeitig der andere zu *C* gehörende Spalt *c* über das Wasser tritt und die Communication zwischen *o* und *C* herstellt. Wenn sich nun die Kammer *C* füllt, entleert sich in Folge der fortschreitenden Bewegung der ganzen Trommel die Kammer *B* (Fig. 204) durch den Spalt *e* in das äußere Gehäuse, von wo das Gas durch *P* entweicht.

Es ist einzusehen, daß das Gas aus *o* nach *P* nur durch eine der Kammern *A*, *B*, *C* oder *D* gelangen kann, und zwar ohne einen viel größeren Druck ausüben zu müssen, nur dann, wenn die Trommel sich dreht. Beim Stehenbleiben der Trommel durch Einklemmen, Rosten u. s. w. müßte das Gas (Fig. 201), welches in *B* eintritt, das Wasser in dieser Kammer bis *d* hinabdrücken, um dort entweichen zu können.

Das Schaufelwerk der jetzt gebräuchlichen Gasuhren hat folgende Einrichtung. Die Trommel besteht ebenfalls aus vier, um eine horizontale Axe symmetrisch geordneten Kammern. Diese sind aber nicht so vollständig von einander abgeschlossen als die oben beschriebenen. Eine jede ist aus einem Blechstück gebildet, das aus drei Theilen besteht. Fig. 205 (a. f. S.) stellt ein solches vor. *a* ist der mittlere, die Scheidewand zwischen zwei Kammern bildende Theil; dieser Theil läuft aber nicht parallel mit der Axe, sondern schräg von einer Seite der Trommel zur anderen. *b* und *c* sind rechtwinklig daran sitzende Flügel, welche Bestandtheile der scheibenförmigen Seitenwände sind. Diese sind nicht ganz fest mit einander verbunden, sondern bilden spaltartige Oeffnungen, wie aus *a* und *a'*, Fig. 206 (a. f. S.) zu sehen ist. Die beiden Flügel *b* und *c* sitzen an *a* so, daß *b* mit der Rückwand von *a* einen rechten Winkel bildet, während *c* im rechten Winkel zur Vorderseite von *a* sitzt. Findet bei *b* zwischen den Spalten der Eintritt des Gases statt, so erfolgt der Austritt auf der Seite von *c*. Die Figuren 207 und 208 (a. f. S.) werden die Bewegung des Gases zwischen diesen Schaufeln hindurch deutlicher machen. Fig. 207 versinnlicht die Gasströme auf

der einen Seite einwärts, Fig. 208 die auf der anderen Seite nach außen, wenn der Pfeil über beiden Figuren die Richtung der Drehung der ganzen Trommel

Fig. 205.

Fig. 206.

Fig. 207.

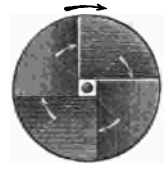
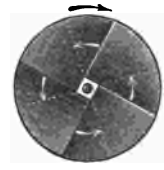


Fig. 208.



angiebt. Dieſe Blechſchaufeln ſind mit einem cylindriſchen Blechmantel umgeben, wie in *z*, Fig. 209, zu ſehen iſt. Außerdem ſitzt auf der Seite der Eintrittsſpalten eine Art gewölbten Deckels *o*, Fig. 209, der in der Mitte durchbrochen iſt, ſo daß die Axe der Trommel und das knieförmig aufwärts gebogene Rohr *x*, Fig. 210, Platz haben. Die Zufuhr des Gaſes geſchieht eben unter dieſem ge-

Fig. 209.

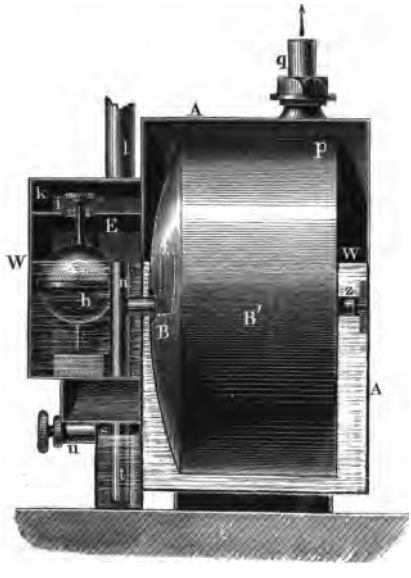
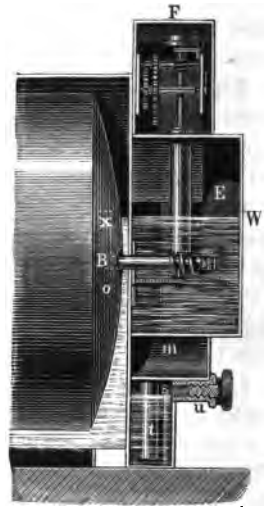


Fig. 210.



wölbten Theile, von da aus tritt daſſelbe in diejenigen Spalten, die über dem Waſſer ſtehen, bewegt ſich unter den ſchrägen Zwiſchenwänden hin zur gegenüberliegenden Seite der Trommel *p*, um zuerſt in das die Trommel einſchließende Gehäuſe über dem Waſſer zu gelangen und von da durch *q* zu den Brennern hin auszuſtrömen. Wie aus Fig. 209 und 210 zu erſehen, liegt der Waſſerſpiegel *w* über der Axe der Trommel, die Oeffnung im Deckel bei *o*, durch welche die Axe und das Rohr *x* eingeführt ſind, liegt auch ganz unter Waſſer; es iſt ſomit bei *o*, zwiſchen dem flachen Theil der Trommel und dem gewölbten Deckel, ein mit Gas gefüllter Raum, eine Art Vorkammer, durch die alles Gas gehen muß, ehe es zwiſchen die Scheidewände in der beweglichen Trommel eintritt.

Wir haben nun noch den Weg zu betrachten, den das Gas nimmt, um zu dem Rohre *x* zu gelangen. Daſſelbe wird zur Gasuhr hingeführt durch die Röhre *l* nach dem Käſtchen *E* und zwar zunächſt in ein kleines durch Blechwände abgeſperrtes Kämmerchen *k*; im Boden deſſelben iſt eine Oeffnung bei *s* (die durch das am Schwimmer *h* ſitzende Kegelventil *i* vorübergehend geſchloſſen werden kann, bei richtiger Stellung des Schwimmers *h* aber frei iſt); durch dieſe tritt das Gas nach *E*, von da in die Röhre *n* (die deshalb nicht vom Waſſer bedeckt ſein darf) nach *x* und in die Vorkammer *o*. In dem Käſtchen *E* ſind noch einige Vorrichtungen angebracht, vermöge deren der Waſſerſtand conſtant auf *w* gehalten wird. Begreiflich würde zuviel Waſſer in der Uhr bewirken, daß ein geringeres Gasquantum für eine gewiſſe Zahl Umgänge der Trommel durch die Uhr ginge, während durch Vermindern des Waſſers ein größeres Quantum Gas durchgelaſſen würde. Im erſteren Falle wäre der Gasproducent, im zweiten der Conſument in ungebührlichem Vortheile. Vermindert ſich das Waſſer, ſo ſinkt mit ſeinem Niveau der Schwimmer *h* und das daran befeſtigte Ventil *i*, dies ſchließt die Oeffnung in *k* und aller Gaszufluß hört auf, die Flammen erlöſchen. Iſt aber zu viel Waſſer in der Uhr, ſo füllt ſich das Rohr *n*, verſperrt *x* und es hört auch in dieſem Falle die Gaszufuhr in die Trommel auf. Auf dieſe Weiſe iſt jeder Unrichtigkeit der von der Uhr verrichteten Gasmeſſung vorgebeugt. Fehlt es an Waſſer, ſo wird daſſelbe bei *l* nachgefüllt, iſt zu viel vorhanden, ſo öffnet man die Schraube *u*, das in *n* eingedrungene Waſſer fließt nach *m* und von da durch *t* nach *s*, um bei *u* herausgelaſſen werden zu können.

Die Art und Weiſe, wie die Gasuhr zählt, geht aus Folgendem hervor. Es ſind zu zählen die Trommelumgänge. Die Größe derſelben iſt in der Weiſe feſtgeſtellt, daß jeder Umdrehung ein Kubikfuß oder ein Theil eines Kubikfußes, $^1/_8$, $^1/_4$, $^1/_2$ entſpricht. *F* iſt ein Käſtchen vor dem Trommelgehäuſe über der Kammer *E*, worin die Zählvorrichtung angebracht iſt. Man ſieht dieſe in Fig. 211 und 212 (a. f. S.) in zwei ſenkrecht auf einander ſtehenden Verticaldurchſchnitten, in Fig. 213 (a. f. S.) in der Vorderanſicht und Fig. 214 (a. f. S.) in einem Horizontalſchnitt. An der Axe der Trommel ſitzt eine Schraube ohne Ende, dieſe greift in das Zahnrad *α* von 40 Zähnen. Wenn eine Revolution der Trommel $^1/_8$ Kubikfuß anzeigt und durch eine Umdrehung der Trommelaxe ein Zahn vorgeſchoben wird, ſo dreht ſich das Rad *α* einmal um ſich ſelbſt, nachdem 5 Kubikfuß Gas durchgegangen ſind. Das Zahnrad *α* ſitzt am unteren Ende einer verticalen Axe, die oben in die Kammer *F* reicht, und welche mit einem cylindriſchen

Blechmantel umgeben iſt, der unter das Waſſerniveau in E reicht, damit nicht Waſſer durch die Stopfbüchſe der Axe nach F gelangen könne. Am oberen Ende dieſer Axe ſitzt eine eiſerne Scheibe Q, die in fünf gleiche Theile und deren Hälften eingetheilt iſt. Eine Umdrehung dieſer Scheibe bedeutet alſo, daß 5 Kubikfuß Gas durchgegangen ſind. Die numerirten Theilſtriche bewegen ſich an einem Stift vorüber, ſo daß man die einzelnen und halben Kubikfuße ableſen kann. An der gleichen Axe iſt eine Schraube ohne Ende, die in das Zahnrad β von 40 Zähnen eingreift. Es dreht ſich alſo das Rad β einmal um, während das Rad α 40 Umdrehungen macht. Eine Umdrehung von β entſpricht alſo 200 Kubikfuß. An der Axe von β ſitzt ein Drilling γ von 6 Zähnen, eingreifend in das Rad δ von 30 Zähnen. Eine Umdrehung von δ entſpricht daher 1000 Kubikfuß durchgegangenen Gaſes. Auf der Axe von δ ſitzt außen ein Zeiger, der auf

Fig. 211.

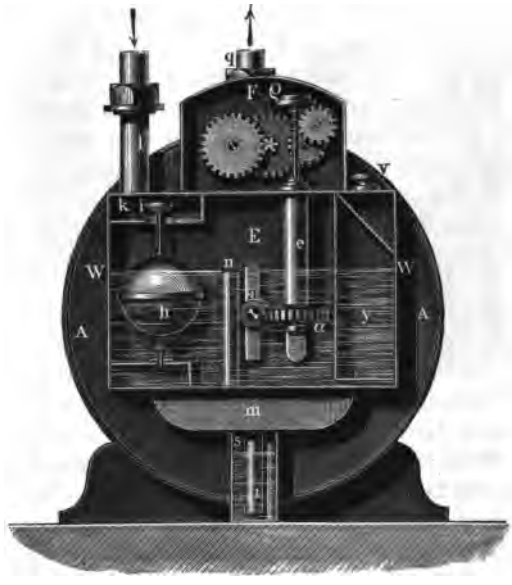


Fig. 212.

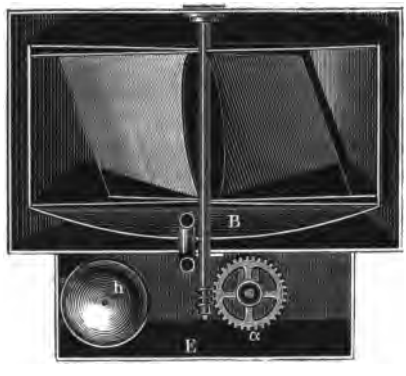


Fig. 213.

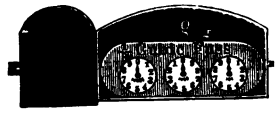


Fig. 214.

ein Zifferblatt weiſt, das in 10 Theile getheilt iſt und die numerirt ſind. Die Differenz zwiſchen je zwei Ziffern bedeutet alſo 100 Kubikfuß. Die Axe des Rades δ

ist durch einen Drilling ε mit dem Rade ζ verbunden, der Drilling ε hat 6, das Rad ζ 60 Zähne; auf der Axe dieses Rades sitzt wieder ein Zeiger, der eine Umdrehung für 10000 Kubikfuß Gas macht, ein Zehntel des Zifferblattes entspricht also 1000 Kubikfuß. Ganz so ist an einzelnen Gasuhren durch einen Trieb auf der Axe von η ein weiteres Rad ϑ (das in unserer Figur nicht angegeben ist) in Bewegung gesetzt, dessen vollständige Umdrehung wie die des auf der gleichen Axe sitzenden Zeigers 100000 Kubikfuß anzeigt.

Man hat größere und kleinere Gasuhren, je nach der Flammenzahl, für welche sie bestimmt sind. Die kleinsten sind für drei Flammen bestimmt, deren Trommeldurchmesser beträgt 9 Zoll, die Tiefe der Trommel halbsoviel. Gasuhren für 10 Flammen haben Trommeln von nahezu 15 Zoll, solche für 20 Flammen einen Trommeldurchmesser von etwas über 17 Zoll.

Es giebt sowohl in England wie in Frankreich und Deutschland mehrere Fabriken, welche derartige Gasuhren liefern. Die in Frankreich gebrauchten sind in Metermaß eingetheilt, die englischen und deutschen in englische Fuß und zehntel Fuß, überhaupt gilt, wie schon an anderen Orten bemerkt wurde, der englische Kubikfuß noch fast überall in Deutschland als Einheit für Gasmessungen. Es ist von Wichtigkeit, daß man für größere Flammenzahlen nicht zu kleine Gasuhren anwende, weil dies zur Folge haben würde, daß die Trommel sich sehr rasch bewegen muß. Geschieht dies, so kann leicht das Ventil an der Schwimmerstange durch den raschen Gasstrom mitgerissen und die Einströmungsöffnung dadurch geschlossen werden, so daß momentan die Flammen erlöschen können.

Es können bei der Gasuhr, so sinnreich auch ihre Construction ist, und so solid sie ausgeführt sein möge, mancherlei Störungen eintreten. Von jenen, die durch anormalen Wasserstand hervorgebracht werden, war schon die Rede. Es könnte aber die Trommel durch Einklemmung zum Stillstehen gebracht, oder ihr Gang durch Reibung verlangsamt, oder das Ventil am Schwimmer rostig, oder die Trommel undicht werden, alle diese Schaden würden aber, wie man bei näherer Ueberlegung leicht findet, nicht zum Schaden des Consumenten, sondern zu demjenigen der Gasfabrik ausfallen. Die Gasuhren werden von dem Lieferanten geprüft und in einigen Ländern auf polizeiliche Anordnung controlirt. Dies geschieht mittels eines Gasometers, der genau geaicht ist, und etwa 6 bis 10 Kubikfuß Luft faßt. Die Glocke des mit Luft gefüllten Instrumentes wird belastet, durch einen Hahn und Schlauch der Luftinhalt desselben mit der Gasuhr, oder auch einer Reihe von Gasuhren, verbunden, der Stand der Zeiger notirt und nun ein an der Tiefe des Niedersinkens der graduirten Glocke abmeßbares Luftvolumen durchgeführt; der Stand der Zeiger muß dem von dem Stand der Glocke des Gasometers angezeigten Gasvolumen entsprechen.

Beim Aufstellen der Gasuhren ist es von Wichtigkeit, daß man wo möglich eine Stelle wähle, an welcher keine Gefahr für Gefrieren des Wassers ist, und daß man sie genau horizontal stelle.

Die Brenner (bruleurs, becs, burners). Man läßt das Gas aus Mündungen verschiedenster Gestalt ausströmen, woraus natürlich auch Flammenformen verschiedener Gestalt entstehen. Im ersten Theile der Beleuchtungslehre haben wir bei Besprechung der Lampen und Dochtformen auf die Vortheile hingewiesen,

die sich aus gewissen Formen der Flamme ergeben. Wir beziehen uns hier auf jene Betrachtungen, da das allgemeine Princip auch hier Gültigkeit hat.

Gegenwärtig sieht man selten mehr die Form der Flamme, die man »Strahl« nennt; es strömt hierbei das Gas aus einer senkrechten feinen Oeffnung aus und verbrennt als langgezogener Büschel von kreisrundem Querschnitt. Man hat sich überzeugt, daß diese Art das Gas zu verbrennen, die wenigst vortheilhafte ist, weil viel Kohlenstofftheilchen im Innern der Flamme sich bewegen und wegen Mangels an Sauerstoffzutritt nicht in rechtes Glühen kommen können.

Die meist verbreiteten Flammen sind die der Flachbrenner. Deren sind zwei im Gebrauch.

1. Der Schnittbrenner, oder, von der Form der Flamme Fledermausflügelbrenner, und der Zweilochbrenner oder Fischschwanzbrenner. Der Schnittbrenner, Fig. 215, ist gewöhnlich ein oben halbkugelförmig endigendes Eisenstück, in welches ein verticaler Schnitt eingelassen ist, durch welchen das Gas ausströmt. Der Zweilochbrenner, Fig. 216, ist ein kleiner, steiler, abgestutzter Kegel, in dessen Basis eine Vertiefung ist, von welcher, unter einem Winkel gegen einander geneigt, zwei enge kreisrunde Kanäle ausgebohrt sind, die in einen weiteren röhrenförmigen Theil münden. Es strömen zwei Gasstrahlen in einem Winkel gegen einander, treffen sich außerhalb des Brenners und platten sich ab, so daß die Flamme flach wird und einen rechten Winkel zu den beiden Ausflußkanälen bildet.

Fig. 215.

Fig. 216.

Die Oeffnung dieser Brenner ist nicht immer gleich weit. Sie liefern bei einem Drucke von 0,45 bis 0,5 Zoll Wassersäule zwischen 4 und $5\frac{1}{2}$ Kubikfuß Gas. Es ist hier der geeignete Ort, einige Andeutungen über das Verhältniß des specifischen Gewichtes des Gases, die Weite der Brenneröffnung und den Druck zu geben. Die Gasausströmung wird befördert 1) durch Erhöhung des Druckes, 2) durch Erweiterung der Brenneröffnung und 3) durch geringeres specifisches Gewicht. Es folgt hieraus a. daß bei gleichem specifischen Gewicht dem schwächeren Druck ein weiterer Brenner und umgekehrt, b. bei gleichem Druck dem schwereren Gas ein weiterer Brenner und umgekehrt, c. bei gleicher Brennerweite dem schwereren Gas ein stärkerer Druck und umgekehrt entspricht. Damit ist aber nicht gesagt, daß man mit engeren Brennern und höherem Druck dasselbe erreichen könne, wie mit weiteren Brennern und niedrigem Druck. Es ist der Druck ein Mittel, das auf gewisse Grenzen beschränkt ist; vermehrter Druck bringt stärkere Reibung an der die Flamme umgebenden Atmosphäre, daher stärkere Beimischung von Sauerstoff zu den brennenden Gasen und Lichtverminderung hervor. Nur bei sehr kohlereichen Gasen, bei welchen auch bei einiger Einmischung atmosphärischen Sauerstoffs in die Flamme immer noch genug glühender Kohlenstoff abgeschieden wird, lassen sich enge Brenner und etwas höherer Druck anwenden. Der Druck soll indeß unter allen Umständen sich zwischen 4 Linien und 1 Zoll halten.

Die beiden genannten Brennerarten dienen vorzugsweise für Straßenbeleuchtung; man will die Zweilochbrenner den Schnittbrennern hierzu an vielen Orten vorziehen, weil sie bei wechselndem Druck geringeren Schwankungen des

Consums und der Flammengröße unterworfen sein sollen. Doch hört man auch widersprechende Urtheile. Als Material zu diesen Brennern dient in der Regel Eisen, man hat aber auch Brenner aus anderen Stoffen hergestellt, z. B. aus Speckstein, die jedoch, verglichen mit den eisernen, Seltenheiten geblieben sind. Die Flachflammen sind ziemlich beweglich und flackernd und gemäß ihrer Form nicht geeignet in Zuggläser eingeschlossen zu werden. Zu Zimmerbeleuchtung, namentlich über Arbeitstischen, sind daher Argand'sche d. h. kreisrunde Flammen vorgezogen. Die Argand'sche Flamme besteht entweder aus einer kreisrunden Reihe kleiner Strahlen, deren jeder aus einer engen Oeffnung hervortritt, der Brenner ist ein hohler Kranz, an seiner oberen Seite mit vielen kleinen Oeffnungen versehen, oder die Flamme ist gebildet aus einem Gasstrom, der aus einer kreisrunden Schnittöffnung hervortritt (Dumasbrenner). Die Brenner sind gewöhnlich mit Galerien zur Aufnahme der Zuggläser versehen, der Zutritt der Luft zu dem inneren Theile der Flamme ist entweder ganz ungehindert oder zuweilen durch eine Art verzierenden Gitterwerks beschränkt. Die Figuren 217 und 218 geben hinlänglich deutliche Vorstellungen von solchen Brennern.

Fig. 217.

Fig. 218.

Von den Argand'schen Brennern darf noch gesagt werden, daß sie als der Apparat anzusehen sind, der die Verbrennung des Leuchtgases unter Erreichung des günstigsten Effectes vermittelt. Daß sie in einer gegebenen Zeit mehr Gas consumiren als die Flachbrenner ist leicht einzusehen.

Der Betrieb der Steinkohlengasfabrikation.

Es ist oben §. 125 bis 127 im Allgemeinen schon die Rede gewesen von 155
den Producten, die sich aus den Steinkohlen bei der trocknen Destillation bilden. Dem dort Gesagten muß ergänzend beigefügt werden, daß sich sämmtliche Producte dieses Processes in fünf wesentlich verschiedene Gruppen scheiden lassen.

1. Die gas- und dampfförmigen, von deren Beschaffenheit am angeführten Orte hinlänglich gesprochen ist.

2. Die theerartigen, die sich aus dem flüchtigen Theile durch Abkühlung verdichten und brenzlich-ölig-harzige Beschaffenheit haben.

3. Die wässerigen, ebenfalls aus dem verflüchtigten Theil verdichtet, aus Wasser und darin gelösten Basen und Salzen (ammoniakalischen) bestehend.

4. Eine ebenfalls aus flüchtig gewesenen Theilen durch deren Zersetzung an den Retortenwänden abgeschiedene feste kohlige Kruste.

5. Der nicht flüchtige Rückstand der Kohle, Cokes, oder bei Destillation von Boghead-schiefern die Schieferasche.

Es wurde schon bemerkt, daß das Verhältniß der Mengen der gasförmigen, flüssigen und festen Producte nicht allein von der Kohle, die der trockenen Destillation unterworfen wird, sondern wesentlich auch von der Temperatur und der Zeit, die auf die Destillation verwendet werden, abhängt. Wir wollen daher vorerst betrachten die Verhältnisse der

156 **Beschickung, Temperatur der Gasretorten, Dauer des Processes.** Man kann im Ganzen sagen, daß man in früherer Zeit langsamer und bei niedrigerer Temperatur arbeitete als gegenwärtig. Es ist gewiß, daß die Destillation von Kohlen, wie die des Torfes, Holzes u. s. w. bei niedrigerer Temperatur, z. B. einer solchen, die nur die Dunkelrothglühhitze erreicht, verhältnißmäßig mehr flüssige, d. h. leicht condensirbare Producte (Theer und Theerwasser) liefert als Gase. Von einer solch niedrigen Temperatur muß also beim Gasbereitungsprocesse abgesehen werden. Man weiß andererseits, daß die schweren Kohlenwasserstoffe in höherer Temperatur zersetzt werden in sich abscheidenden Kohlenstoff (gewöhnlich daneben auch Theer) und leichten Kohlenwasserstoff (Grubengas) oder Wasserstoffgas. Daß die letzteren wenig leuchtend sind, ist oben angegeben worden, ihre Bildung in größerer Menge als eben gerade unvermeidlich ist, muß daher vermieden werden. Weil diese Zerlegung in Hellrothglühhitze vor sich geht, glaubte man diese vermeiden zu müssen, und setzte darum, um doch eine nicht zu geringe Gasmenge aus der Kohle zu erzeugen, die Destillation etwas länger fort.

Gegenwärtig, besonders seit der etwas allgemeiner werdenden Einführung von Thonretorten, giebt man ohne Scheu eine der Weißglühhitze ziemlich nahe kommende Temperatur. Die Retortenwände erscheinen beim Oeffnen stark hellrothglühend. Daß Zersetzung der entwickelten Gase hierbei stattfindet, ist freilich nicht zu leugnen, man erkennt dies an der Kruste im Retortengewölbe, die aus Kohlenstoff besteht, der sich aus den entwickelten Gasen durch Berührung mit der heißen Wand abschied.

Es kann aber nur die geringste Menge des erzeugten Gases mit der Retortenwand in Berührung kommen, daher der Verlust nur klein sein gegenüber dem Verlust an Arbeitszeit und an Qualität des Gases, der bei langsamerer Destillation resultirt. Die Gasingenieure sind nicht übereinstimmender Meinung über die Qualität des Gases, das bei sehr hoher Hitze erzeugt wird. Einzelne behaupten, diese sei etwas geringer als die eines bei etwas niedrigerer Temperatur gewonnenen Gases. Es werde etwas mehr Gas aber geringeres erzeugt, und somit seien die Thonretorten, in welchen immer bei höherer Temperatur gearbeitet werde, zwar ein Vortheil der Gasfabrik, aber ein Nachtheil für den Consumenten.

Es kann nicht wohl viel Sicheres über das Kohlequantum gesagt werden,

das für die einzelne Beschickung gebraucht werden darf, da die Retorten allzuverschieden in Größe sind. Von sehr backenden Kohlen läßt sich so viel aufgeben, daß die Cokes den ganzen Raum der Retorte ausfüllen. Die Beschickung der einzelnen Retorte beträgt $1^1/_4$ bis 2 Centner Kohle.

Hinsichtlich der auf das Abtreiben einer Retorte zu verwendenden Zeit hat man sich einerseits an die Aufgabe zu halten, die Kohle möglichst auszunutzen, andererseits aber an folgende unbestreitbare Erfahrung:

Henry fand, daß sowohl der Gehalt an schweren Kohlenwasserstoffen als das specifische Gewicht des während eines zehnstündigen Betriebs aus einer Retorte sich entwickelnden Gases gegen Ende dieser Zeit wesentlich abnahm, daß dagegen der Gehalt an Wasserstoff beträchtlich stieg.

Ganz übereinstimmende Resultate erhielt Professor O. L. Erdmann in Leipzig, der zwar nur das specifische Gewicht des in verschiedenen Stadien des siebenstündigen Destillationsprocesses entwickelten Gases untersuchte, welches aber, wie wir später sehen werden, ziemlich sichere Andeutung über die Zusammensetzung und somit die Leuchtkraft des Gases giebt. Langsame Führung der Destillation und niedrige Temperatur haben also zur Folge, daß die leuchtenden Gase vorzugsweise am Anfang gebildet werden, und zwar werden sie noch dazu nicht ganz vollständig erzeugt, weil viel condensirbares, was wieder zu Theer wird, sich bei niedriger Temperatur verflüchtigt. Im späteren Verlauf der Erhitzung wird mehr von denjenigen Gasen erzeugt, welchen eine starke Leuchtkraft nicht zukommt.

Es ist also die Qualität des Gases und, weil sich mehr Theer bildet, auch dessen Quantität durch einen solchen Gang des Processes beeinträchtigt. Aber noch ein weiterer Umstand, welcher die ökonomischen Fragen auf einer anderen Seite berührt, tritt ein.

Nach Untersuchungen von Pekstone, Barlow und von Erdmann steht fest, daß bei länger fortgesetzter Destillation gegen Ende derselben auf einen gegebenen Zeitverlauf weniger Gas producirt wird als im Beginn der Destillation.

Es fand Barlow, daß Newcastlekohle (backende), in einer kleinen Gasretorte destillirt, bei 26 bis 41 Stunden fortgesetzter Erhitzung zur Erzeugung von 10 Kubikfuß Gas brauchte:

a) bei niedriger Temperatur				b) bei starker Erhitzung			
2	Stund.	44	Min.	2	Stund.	1	Min.
3	»	4	»	2	»	17	»
3	»	32	»	2	»	27	»
3	»	45	»	2	»	41	»
4	»	0	»	2	»	57	»
4	»	29	»	3	»	9	»
4	»	48	»	3	»	16	»
4	»	50	»	3	»	32	»
4	»	52	»	4	»	10	»
4	»	36	»				
40	Stund.	40	Min.	26	Stund.	30	Min.

Es wurde also im Versuche a), worin 10 Kubikfuß Gas gewonnen wurden, für die erste Hälfte 77 Stund. 25 Min., für die zweite Hälfte 23 Stund. 35 Min., und also annähernd eine diesem Zeitverbrauch entsprechende Menge Heizmaterial verwendet. Beim Versuch mit hoch erhitzten Retorten brauchte man für die ersten drei Kubikfuß gewonnenen Gases 6¾, für die letzten drei Kubikfuß beinahe 11 Stunden.

Die nachfolgende Tabelle enthält die Resultate der Versuche, welche Professor Erdmann in der Gasanstalt zu Leipzig anstellen ließ; sie geben zugleich Aufschluß über die Abnahme des specifischen Gewichtes.

Beschickung der Retorte mit	Total	Gasproduction in der Stunde							Specifisches Gewicht des Gases von der Stunde					
		I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.
160 Pfund beste Zwickauer Kohle vom Bürgerschacht . . .	653	197	168	160	115	13	—	—	0,64	0,62	—	0,59	—	—
160 » New Pelton Main Kohle von Newcastle . . .	672	158	159	135	124	80	16	—	0,48	0,42	0,38	0,36	0,30	0,27
128 » New Pelton Main Kohle und 32 Pfund Boghead	785	208	170	147	122	90	44	4	0,62	0,57	0,41	0,37	0,34	0,26
160 » ordinäre Zwickauer Pechkohlen	579	117	101	106	86	87	66	16	0,55	0,49	0,47	0,44	0,42	0,32
128 » ordin. Zwickauer Kohlen u. 32 Pfund Boghead .	724	214	191	154	110	45	10	—	0,68	0,64	0,47	0,37	0,47	0,34
160 » ausgelesene beste Zwickauer Kohlen	666	151	127	127	118	83	46	14	0,70	0,47	0,43	0,35	0,34	0,32

Es ist demnach nicht als vortheilhaft zu betrachten, daß man den Destillationsproceß allzulange fortsetze, und es möchte sogar vorzuziehen sein, die letzten Antheile gasförmig austreibbarer Bestandtheile in den Cokes zurückzulassen. Man füllt, bei Tag und Nacht fortgeführter Fabrikation, die einzelne Retorte mindestens viermal, höchstens sechsmal in 24 Stunden. Es influirt natürlich die Menge der Kohle, die man geladen, und auch von der Kohlenart hängt die Dauer des Processes ab.

Versuche werden bei neuen Einrichtungen oder neuen Kohlesorten für diese Verhältnisse bald die richtige Behandlung zeigen.

Es ist nicht unbeachtet zu lassen, daß die zur Speisung der Retorten dienenden Kohlen nicht zu viele Feuchtigkeit enthalten, sie sind daher unter Dach längere Zeit aufzubewahren. Zu Umwandlung des in ihnen befindlichen Wassers in Dampf wird erstens sehr viel Wärme in Anspruch genommen, und zweitens werden diejenigen Wasserdämpfe, welche erst entweichen, nachdem die Kohlen schon glühend geworden sind, zerlegt, und können Anlaß zur Bildung von Kohlensäure, die, wie wir oben sahen, der Leuchtkraft sehr schadet, oder Kohlenoxyd und Wasserstoffgas geben, welches beide nur schwachleuchtende Gase sind.

Das Beschicken der Retorten mit Steinkohlen geschieht in folgender Weise. Der Deckel wird geöffnet und zunächst werden dann die entweichenden Gase angezündet, um Explosion derselben zu vermeiden. Da die Coke gewöhnlich ganz zusammengebacken sind, läßt sich dieser Rückstand leicht mit einem einfachen eisernen Haken, der etwa 2 Fuß länger als die Retorte und mit Griff oben versehen ist, ausziehen. Die glühenden Cokes werden, wenn dies gerade thunlich ist, am besten sofort zur Heizung verwendet. Ist der Rost aber voll Brennmaterial, so werden sie auf einem eisernen Schubkarren in den Hof gefahren und mit Wasser gelöscht. Zum Laden der Retorten dient eine halbcylindrische Blechschaufel von der Länge der Retorte und am Vorderende mit Stiel und Griff versehen. Diese wird mit gewöhnlichen Schaufeln gefüllt. Sie faßt die ganze Ladung einer Retorte. Ein Arbeiter steht am Griff, zwei andere rechts und links an der Schaufel, die sie mittelst eines untergelegten Eisenstabes heben. Sie wird, sobald sie vor der offenen Retortenmündung angelangt ist, ganz in die Retorte eingeschoben und dann um 180° gedreht, so entleert und wieder ausgezogen. Sobald sie entfernt ist, stellt ein Arbeiter den vorher schon am Rande mit Kalk oder Lehmbrei verstrichenen Deckel an das Retortenmundstück, drückt ihn ein und schraubt zu. Man richtet es so ein, daß nie zu gleicher Zeit alle Retorten eines Ofens gefüllt werden, sondern z. B. zwei zusammen, und nachdem diese die halbe Zeit zwischen Füllung und Entleerung im Betrieb geblieben sind, werden die drei anderen eines mit fünf Retorten versehenen Ofens gefüllt.

Zum Füllen, Entleeren, Wegschaffen und Ablöschen der Cokes und Herbeiführen der Kohlen rechnet man in der Regel für einen Ofen aus 5 bis 7 Retorten drei Arbeiter, dazu kommt der Heizer, der jedoch zwei nebeneinander liegende Oefen bedienen kann, aber nach 12 Stunden abgelöst werden muß, so daß auf jeden Ofen ein Heizer zu rechnen ist.

Das Heizmaterial ist in der Regel Coke. Man hat an einzelnen Orten begonnen, den Theer durch besondere Vorrichtungen in dünnem Strahl in den Ofen zu führen, um ihn wieder zu verbrennen, doch sind dies seltenere Fälle. Dagegen mengt man gewöhnlich den Theer mit dem Coke der zur Heizung dienen soll, durch Begießen des letzteren damit. Man darf rechnen, daß zum Heizen der Retorten einer Gasfabrik 30 bis 35 Proc. der durch den Gasbereitungsproceß gewonnenen Cokes verbraucht werden. Die Aufgabe des Heizers ist im Ganzen die nämliche, wie die eines Dampfkesselheizers bei Steinkohlenfeuerung. Bedeckthalten der ganzen Rostfläche mit Brennmaterial, damit nicht kalte Luft in den Feuerraum trete, und häufigeres Befreien des Rostes von der Schlacke, was durch Abstoßen mit eisernen Stangen geschieht, zeitweises vollständiges Reini-

gen des ganzen Heizraumes, Umdrehen der Roſtſtäbe ſind ſeine erheblichſten Arbeiten.

157 Von weſentlichem Einfluß auf die Führung des Deſtillationsproceſſes iſt die Subſtanz der Retorten. Eiſenretorten und Thonretorten erfordern inſofern eine verſchiedene Behandlung, als erſtere die Hitze nicht ertragen, die man in letzteren ohne alle Gefahr hervorbringen kann.

J. Church giebt folgende Parallele der Dauer, des Preiſes und der Leiſtungen der beiderlei Retorten.

	Eiſerne Retorten.	Thonretorten.
	Beide ⏢ Form	
Querſchnitt	13 Zoll : 15 Zoll	13 Zoll : 15 Zoll
Länge	7½ Fuß	7½ Fuß
Dauer	365 Tage	912 Tage
Menge der im Ganzen verarbeiteten Steinkohlen . . .	2190 Centner	5472 Centner
Gas daraus	985 500 Kubikfuß	2 462 400 Kubikfuß
Gas pro Tonne	9000 Fuß	9000 Fuß
Brennmaterialverbrauch . . .	25 bis 30 Proc.	25 bis 30 Proc. der erzeugten Coke.

Die Anſchaffungskoſten der Thonretorten ſollen um 50 Proc., die Koſten des Einmauerns um 20 Proc. geringer ſein als die der eiſernen Retorten.

Es finden ſich Angaben, nach welchen die Gasausbeute in Thonretorten größer ſein ſoll als in eiſernen, und zwar verhalte ſie ſich wie 9 : 11. Dagegen wird auch von Church in einer ſpäteren Berichterſtattung bemerkt, daß der Brennmaterialverbrauch für Thonretorten etwas größer ſei. Er betrage für eiſerne Retorten 30 Proc., für thönerne 40 Proc. der erzeugten Cokes. Die Rechnung würde ſich im letzteren Falle um den Preis der Coke drehen; wo dieſe theuer ſind, möchte der Mehrverbrauch von ¼ die übrigen Vortheile aufwiegen können.

158 **Die Nebenproducte** beſtehen, wie oben geſagt, aus Theer, Ammoniakwaſſer, Coke und dem Kohlenabſatz an der oberen Retortenwand.

Was letzteren betrifft, ſo iſt er eher als ein Nachtheil zu betrachten, als daß ſein Werth irgend in Betracht käme. Er bildet ſich in Thonretorten reichlicher als in eiſernen. Doch ſoll das in minderem Maße bei glatten Wänden als rauhen geſchehen. Iſt dieſer Abſatz immer ein Beweis der Zerſetzung von Gas, ſo iſt er auch des Umſtandes willen nachtheilig, daß er ſich ſchwer aus den Retorten, namentlich den Thonretorten, ihrer leichteren Zerbrechlichkeit wegen, entfernen läßt. Man bricht dieſe Kruſten mit eiſernen Stangen heraus oder brennt ſie heraus, indem man durch ein in den Retortendeckel geſtecktes verſchiebbares Eiſenrohr Luft auf verſchiedene Stellen ihrer Oberfläche leitet. Auch ſoll man zuweilen in die hintere Wand der Thonretorten eine Oeffnung anbringen, die mit Lehm verſtopft gehalten wird, der beim Reinigen der Retorten durchſtoßen werden kann. Man darf dieſe Kruſten wegen der Verringerung des Kubikinhaltes der Retorten und wegen der Verminderung der Wärmetransmiſſion nicht allzuſtark werden

lassen. Dieselben können dienen zur Darstellung von Kohleelementen für die Bunsen'schen Säulen, und zum Heizen.

Die Ausbeute an Theer, ammoniakalischem Theerwasser und Coke fällt sehr verschieden aus. Hier folgen einige Angaben hierüber, die ziemlich die Grenzen nach Maximum und Minimum enthalten werden.

Nach Barlow ergab der englische Centner (112 Pfd. zu 454 Grm.):

	Coke.	Theer.	Ammoniakwasser.	
Newcastle Cannel	71,3	49,15	3	engl. Pfd.
Lesmahago Cannel	54,5	29,7	0,22	» »
Newcastle Cannel	71,8	14,8	0,336	» »
Derbyshire Kohle	66,7	10,9	8,9	» »
Wemy's Cannel	56,22	11,2		

Nach O. L. Erdmann ergab der sächsische Centner (110 Pfd. zu 467 Grm.)

	Coke.	Theer.	Ammoniakwasser.	
beste Zwickauer Kohle . . .	59,8	4,81	10,6	sächs. Pfd.
» » » . . .	63,5	7,9	15,4	» »

Die Cokeausbeute variirt also nach der Art der Kohle und nach der Behandlungsweise zwischen 50 und 75 Proc. Der Theer wird gegenwärtig zur Darstellung von Dachpappen oder wasserdichten Anstrichen benutzt, und vielfach auf Benzin und Anilin verarbeitet und zu diesem Zweck an chemische Productenfabriken geliefert; das ammoniakalische Theerwasser dient zur Darstellung von Salmiak und kohlensaurem Ammoniumoxyd, worüber in Bd. II, 2. Gruppe: »Chemische Producte aus thierischen Abfällen«, das Nähere nachzusehen ist.

Ueber die **Reinigung** des Gases ist schon bei Gelegenheit der Beschreibung 159
der Apparate die Rede gewesen; es mußte dort die trockene und nasse Reinigungsmethode unterschieden werden, und wurde auch der gebräuchlichsten Reinigungsmittel gedacht; wir haben hier hauptsächlich noch von den Mengeverhältnissen, in welchen die Reinigungsmittel anzuwenden sind, und deren Zubereitungsart zu reden.

Die trockene Kalkreinigung. Die fetten Kalke, d. h. die möglichst thonfreien, z. B. Kreide, sind als die zur Gasreinigung geeignetsten anzusehen, dolomitische und mergelige sollen verworfen werden. Die Art des Löschens des Kalkes ist von besonderer Wichtigkeit. Bereitet man ihn mit so viel Wasser zu, daß er eben Kalkhydrat, CaO, HO, bildet, d. h. staubförmig trocken ist, so bemerkt man beim Entleeren der Hürden, daß einzelne trichterartige Oeffnungen entstanden sind, durch welche das Gas strömend entweicht, nachdem es vorher den leichten Kalkstaub weggeblasen hat. Mischt man aber so viel Wasser hinzu, daß der Kalk zu einem, wenn auch steifen Brei oder Teig wird, so klumpt er sich leicht zusammen, läßt sich nicht gleichartig genug auf der Hürde vertheilen und wird zum großen Theil wirkungslos daliegen. Man weiß aus der Erfahrung, z. B. beim Füllen von Gruben zum Aufbewahren gelöschten Kalkes, daß der Kalkbrei rasch trocken wird und sich nach einem Tag Liegens ziemlich gut vertheilen läßt. Diesen Umstand benutzend, wird in einigen Gasfabriken um einen

Tag früher als die Reiniger beschickt werden sollen, der Kalk zu Brei gelöscht und dieser, etwas trockener geworden (was ohne Zweifel nur in einer allmäligen chemischen Bindung der Feuchtigkeit durch Kalktheilchen, die bei dem ersten Zusammenmischen nicht fein genug vertheilt und daher zu wenig mit Wasser in Berührung gekommen waren, besteht), am folgenden Tage verbraucht. Die Uebung ist, den Kalk in einer Schicht von 2 bis 3 Zoll auf den Hürden auszubreiten. In Frankreich ist es Uebung, den Schichten 6 Centimeter Höhe zu geben.

Das Volumen des guten gebrannten Kalkes vergrößert sich beim Löschen nahezu aufs Doppelte. Ein Kubikfuß Kalk kann nach dem Löschen eine Hürdenfläche von 15 bis 18 Quadratfuß auf etwa 6 Centimeter Höhe bedecken. Wie viel Kalk dem Volumen oder Gewicht nach zur Reinigung eines gewissen Volumens Gas gebraucht wird, läßt sich nur sehr ungefähr angeben, weil das abhängt von der Beschaffenheit des Gases sowohl als des Kalkes. Wurm giebt an, für Newcastle Kohle bedürfe es 1 Kubikfuß ungelöschten Kalkes für die Reinigung von 7860 Kubikfuß Gas. Es gehen aber die Angaben bis zu 14,000 Kubikfuß Gas für 1 Kubikfuß Kalk. Ein Kubikfuß (27 Cubikdecimeter) gebrannter Kalk kann annähernd ein Gewicht von 60 Pfd. (à 500 Grm.) haben. Der Centner gebrannten Kalkes würde demnach (Hohlräume mitgerechnet) einen Raum von $1^2/_3$ Kubikfuß einnehmen.

Als das Mittel darf man 12000 Kubikfuß Gas auf 1 Kubikfuß gebrannten Kalk oder auf je 1000 Kubikfuß Gas 5 Pfd. ungelöschten Kalk annehmen. Diese Rechnung giebt aber noch keine Anhaltepunkte über die Größe der Fläche, welche man den Kalkschichten oder den Hürden zur Reinigung einer gewissen täglichen Production geben soll, weil man nicht annehmen darf, die benannten 1000 Kubikfuß Gas werden mit den 5 Pfd. Reinigungsmittel in so langdauernde und innige Berührung kommen, daß sie alle durch den Kalk entfernbaren schädlichen Bestandtheile verlieren. Soll der Kalk möglichst vollständig ausgenutzt werden, so muß er noch auf den Hürden bleiben, während Gas durchströmt, das er vollständig zu reinigen nicht mehr im Stande ist. Man hat mit Beachtung des Umstandes, daß ein Theil der Hürden oder Reiniger zeitweise außer Thätigkeit gesetzt werden muß, bis sie entleert und wieder neu gefüllt sind, sich so einzurichten, daß höchstens zwei Drittheile der Reiniger ausreichen, um das Gas, was gerade producirt wird, völlig zu reinigen, und diese $^2/_3$ benutzter Reinigungsoberfläche muß immer noch so groß sein, daß ein Theil derselben mit beinahe ausgenutztem Kalke belegt sein darf und der Rest zur vollständigen Reinigung ausreicht.

In einem Reiniger sind 3 bis 6 Hürden oder Roste. Nach Obigem sollen bei continuirlichem Betrieb drei Reiniger wenigstens vorhanden sein, von welchen zwei, z. B. Nr. 1 und 2, oder 2 und 3, oder 3 und 1 zusammen in Thätigkeit sind. Je größer die Anzahl der Hürden, um so geringer braucht begreiflicherweise deren Querschnitt oder der Querschnitt des Reinigers zu sein. Es ist aber nicht gleichgültig, ob ich einen Reiniger vom Querschnitt $= 2$ mit drei Hürden oder einen vom Querschnitt $= 1$ mit 6 Hürden anwende. Im ersteren wird sich das Gas langsamer durch die Kalkschichten bewegen, und dies ist als ein Vor-

theil anzusehen. In neueren englischen und deutschen Gasanstalten sieht man daher meist Reinigungsapparate von ziemlich großer Oberfläche.

Für 10000 Kubikfuß täglich producirten Gases kann als der geringste Querschnitt des Reinigers 5, der höchste 10 Quadratfuß bei drei über einander befindlichen Hürden, bei sechs Hürden aber der geringste 2,8, der höchste 5,6 Quadratfuß angesehen werden. Die Minimal- oder Maximalangabe ist je nach der Beschaffenheit der Kohle zu wählen. In den französischen Gasanstalten sind mehr trockene Reiniger von rundem Querschnitt im Gebrauch. Man rechnet 1 Quadratmeter Querschnitt des Reinigers auf 1258 Kilogramm Kohle.

Der Kalk nimmt einen sehr unangenehmen Geruch namentlich dann an, wenn nicht für Entfernung des Ammoniaks aus dem Gase gesorgt ist, ehe es durch die Kalkreiniger strömt (s. S. 215). Dieser Geruch erfolgt aus der Reaction des Schwefelcalciums auf das kohlensaure Ammoniumoxyd. Es bildet sich Schwefelammonium, welches durch Verbinden des zur Entleerung bereiten Reinigers mit dem Schornstein und Durchtreiben von Luft nach Evan's Patent größtentheils entfernbar sein soll; wahrscheinlich wirkt die Luft auch durch Bildung von unterschweflig- und schwefligsaurer Kalkerde.

Die nasse Kalkreinigung ist jetzt wenigstens in englischen und deutschen Gaswerken selten geworden, die Gründe sind oben bei der Beschreibung der Reiniger angeführt; in französischen Gasanstalten trifft man immer noch ziemlich viele nasse Reiniger. Ihre Nachtheile und Vorzüge sind oben (S. 215) auseinandergesetzt.

Die Verdünnung der Kalkmilch, wie sie gebraucht wird, entspricht 1 Maß gebrannten Kalkes auf 6 Maß Wasser. Oder (weil man nicht für jede Füllung besonders löscht) 1 Maß mit 3 Maß Wasser gelöschten Kalkes auf 3 Maß Wasser. Man richtet ein Becken zur Darstellung der Kalkmilch ein, dessen Boden höher liegt als das Flüssigkeitsniveau in den Reinigern, so daß man die Kalkmilch leicht in die Reiniger ausfließen lassen kann.

Man nimmt in französischen Gasanstalten an, daß ein Reiniger, der 1500 Liter Kalkmilch von genannter Stärke enthält, im Stande sei, nahezu 2 Millionen Liter = 74074 Kubikfuß (à 27 Liter) Gas zu reinigen. Die Höhe der Flüssigkeitssäule, die das Gas durchbrechen muß, beträgt 17 bis 20 Centimeter ($5^2/_3$ bis $6^2/_3$ Zoll à 3 Centimeter).

Man hat wenigstens zwei Reiniger, durch die das Gas successiv streicht, in Thätigkeit, und zwei andere sind vorhanden, wovon der eine gefüllt ist, um beim Versagen des Dienstes eines der functionirenden eingeschaltet zu werden, während der vierte entleert und wieder zur Füllung vorbereitet wird. Man hat hier wie bei den trockenen Reinigern Hahnen oder den »Wechsler«, um die Reihenfolge des Ein- und Ausschaltens leicht und sicher einhalten zu können.

Die Reinigung mittelst Kalk und gleichzeitiger Anwendung von Eisensalzen nach den Vorschlägen von Laming. 160 Die Mengenverhältnisse der einzelnen Substanzen, aus welchen Laming's Reinigungsmittel zusammengesetzt ist, sind gleiche Gewichtstheile Kalk, Eisenvitriol und Sägespäne. Der Kalk wird zu staubig trockenem Hydrat gelöscht, mit den Sägespänen

in einem flachen Kasten wohlgemengt und dann allmälig unter beständigem Fortfahren mit Herumarbeiten behufs der innigen Mengung mit der nicht zu verdünnten Eisenvitriollösung begossen, bis diese letztere ganz gleichmäßig darin vertheilt ist. Es bildet sich nach mehrstündigem Liegenlassen an offener Luft Gyps und Eisenoxydhydrat, was sich am mehr und mehr Dunkelbraunwerden der Masse zu erkennen giebt.

Wie viel von diesem Mittel auf eine gewisse Menge Gas gebraucht werde, läßt sich nicht nach einer allgemeinen Regel bestimmen, weil die verschiedenen Gaskohlen sehr verschiedenen Schwefelgehalt haben. Schilling giebt an, daß in der Münchener Gasanstalt 2 bis 3 Kubikfuß der Laming'schen Masse zur Reinigung von 1000 Kubikfuß Gas aus Zwickauer Kohlen gebraucht werden. Es ist oben schon als der wesentlichste Vorzug der Laming'schen Methode bemerkt, daß sich die Masse sehr häufig regeneriren läßt, indem das Schwefeleisen durch Lufteinfluß zu schwefelsaurem Salz und dieses unter Gypsbildung und Eisenoxydabscheidung zerlegt werde. Um Erhitzung zu vermeiden, ist nöthig, der Masse die Luft nicht zu rasch zuzuführen und dieselbe nicht allzusehr auszubrauchen, d. h. nicht alles Eisenoxyd zu Schwefeleisen werden zu lassen. Die Möglichkeit wiederholten Gebrauchs der Masse und ihre Lockerheit, vermöge deren sie sehr geringen Druck auf das durchströmende Gas ausübt, sind große Vorzüge derselben. Um die Absorption der Kohlensäure durch die mehremale regenerirte Laming'sche Masse zu sichern, ist zu rathen, daß eine Hürde (die letzte) mit Kalk angewendet werde.

161 **Die Regulirung des Druckes in dem Gasbehälter** ist eine Sache von Wichtigkeit. Beim Füllen des Gashalters ist zu sorgen, daß das Gas nicht einen allzustarken Druck zu überwinden hat, und beim Absenden des Gases in die Brenner muß für geeigneten und gleichmäßigen Druck gesorgt werden können. Kleine Gasanstalten arbeiten zuweilen ohne alle Druckregulatoren; bei solchen ist es um so wichtiger, die Gasbehälterglocke zu beliebigem Druck benutzen zu können.

Zuerst muß ins Auge gefaßt werden, daß die aus Eisenblech gefertigte immer mit eisernen Streben versehene Glocke einen sehr verschiedenen Druck auf das Gas ausübt, je nachdem viel oder nur noch wenig Gas vorhanden ist. Im letztern Falle taugt dieselbe tiefer in das Absperrwasser; es hat sich daher ihre Last vermindert, oder vielmehr es wird, nach hydrostatischen Gesetzen, ein größerer Theil derselben getragen. Um die Gashalterglocke in allen Lagen gleich schwer zu halten, kann eine Kette dienen, die, über Rollen geschlagen, an den Leitpfeilern des Gashalters herabhängt, und sich auf dieser Seite verlängert, wenn die Glocke steigt, verkürzt, wenn sie sinkt. Um zu bestimmen, wie schwer etwa diese Kette zu wählen ist, diene folgende Ueberlegung. Es sei E das Gewicht eines fußhohen ringförmigen Abschnittes des Gashalters, das specifische Gewicht des Schmiedeisens S. Es sei ferner a das Gewicht des Wassers, das durch das Tieferfinken der Gashalterglocke um 1 Fuß verdrängt wird, dann ist $S : 1{,}000 = E : a$, also $a = \frac{E \cdot 1{,}000}{S}$.

Weil nun beim Steigen der Gashalterglocke um einen Fuß 1 Fuß der Kette von dem Ende, woran die Glocke hängt, abgewunden, dagegen aber 1

Fuß auf die freihängende Seite gezogen, das Gewicht also um 2 Fuß Kettenlänge verändert wird, wird eine Kette, von welcher ein Stück von ein Fuß Länge $\frac{E.\,1{,}000}{2\,.\,S}$ wiegt, den äquilibrirenden Dienst versehen.

Es sei z. B. ein Gashalter von 80 Fuß Durchmesser aus Eisenblech, wovon der Quadratfuß 4,5 Pfd. wiegt,

dann haben wir $80 \times 3{,}14 \times 4{,}5$ . . . . . $= 1130{,}4$ Pfund
für übergreifende Streifen, Nietbolzen u. s. w. . . . . $= 200{,}0$ »
das Gewicht von 1 Fuß Höhe der Glocke ist dann . . . $= 1330{,}4$ Pfund.

Ist nun das specifische Gewicht des Eisens $= 7{,}7$, so wird die Kette pro Fuß $\frac{1330{,}4}{2 \times 7{,}7} = 86{,}36$ wiegen müssen, weil dies Gewicht die Hälfte desjenigen des durch das Eisen verdrängten Wassers ist.

Es versteht sich von selbst, daß man, anstatt einer einzigen, drei Ketten über drei Rollen an drei Pfeilern geschlagen, jede von $^1/_3$ des auf obige Weise berechneten Gewichtes anwenden kann. Verglichen mit dem Gewicht der ganzen Gashalterglocke ist diese Abnahme oder Zunahme gering, so daß gewöhnlich das corrigirende Mittel nicht angebracht wird.

Man wolle aber finden, wie groß der Druck sei, den eine Gashalterglocke auf das eingeschlossene Gas ausübt. Man denkt sich für diese Berechnung die Glocke gänzlich aus dem Wasser gehoben, also mit ihrem ganzen Gewichte wirkend. (Für jede andere Stellung übernimmt die erwähnte Kette den Dienst des Gleicherhaltens des Gewichtes der Glocke, oder es wird die Gewichtsverminderung beim Tiefereinsinken vernachlässigt.)

Es sei W das Gesammtgewicht der Glocke, A sei deren Quadratoberfläche in Fußen; der Druck auf einen Quadratfuß ist dann $= \frac{W}{A}$. Man drückt dieses gewöhnlich so aus, daß man sich eine Wassersäule vom Querschnitt der Glocke und einer Höhe denkt, deren Gewicht gleich dem der Glocke ist, man sagt also z. B. der Druck ist gleich 1, 2, 3 Zoll Wassersäule. Auch hier nimmt man in deutschen Gasanstalten am häufigsten den englischen Zoll als Maßeinheit. Es sei W das bekannte Gewicht der Glocke in deutschen Zollpfunden (à 500 Grm.). Ein Kubikfuß (englisch) Wasser wiegt 56,6 Pfund. Der Druck einer Wassersäule von 1 Zoll Höhe ist also auf einen Quadratfuß $= \frac{56{,}6}{12''\text{ engl.}} = 4{,}716$ Pfd. Und in englischen Zollen Wassersäule ausgedrückt beträgt der Druck der Glocke, die ein Gewicht $= W$ hat, pro Quadratfuß $= \frac{W}{4{,}716 \times A}$.

Die Oberfläche A der Glocke von 80 Fuß Durchmesser ist $= 40 \times 40 \times 3{,}14 = 5024$ Quadratfuß. Ihr Gewicht W sei $= 1000$ Centner $= 100{,}000$ Pfund. Dann ist ihr Druck in Zollen Wassersäule pro Quadratfuß $= \frac{100{,}000}{5024\,.\,4{,}716} = 3{,}91$ Zoll. Die Glocke würde also mit einem Druck von 3,91 englischen Zoll auf die Gasmasse wirken. Streng genommen müßte auch

noch darauf Rücksicht genommen werden, daß das Leuchtgas ein geringeres specif. Gewicht hat als die Luft, daher ein Bestreben, die Glocke zu heben. Es mußte also der Effect, der aus dem Unterschied des Gewichtes des im Gashalter befindlichen Gases und eines gleichgroßen Luftvolumens resultirt, von dem ganzen Druck abgezogen werden, was jedoch für die Praxis immer unterlassen wird. Aus Gashaltern, die mit einem Druckregulator verbunden sind, kann man mit einem Druck von 3 Zoll engl. das Gas ausströmen lassen. Bei solchen, die das Gas vor dem Verbrauch noch in einen anderen Gasbehälter strömen lassen, darf man selbst noch etwas höheren Druck anwenden. Kleinere Gasbehälter ohne Druckregulator sollen jedoch in der Regel nur mit einem Druck = 2 Zoll engl. wirken. Wenn man also beispielsweise obigen Gashalter mit einem Druck von nur 2 Zoll wirken lassen wollte, so müßte ein Gegengewicht angebracht werden, um einen Theil seines Druckes aufzuheben. Dann haben wir 100,000 — 4,716 . 5024 . 2 = 52,074 Pfund als das erforderliche Gegengewicht.

Ganz allgemein, wenn wieder W das Gesammtgewicht in Zollpfunden und n die Anzahl Zolle einer Wassersäule ist, unter deren Druck man das Gas ausströmen lassen will, so ist $W - 4{,}716 \cdot A \cdot n = G$ das Gegengewicht. Bei solch großen Gashaltern wie derjenige unseres Beispiels fehlt ein Druckregulator niemals, es ist deshalb, auch wenn sein Gewicht etwas groß ist, doch selten nöthig, den Druck durch sehr schwere Gegengewichte zu vermindern.

162 **Notizen für Buchführung und Calculation.** Es können hierüber einige allgemeinere Angaben von Nutzen sein. Man trifft in der Praxis diesen Theil der Geschäftsführung sehr verschieden behandelt.

Das wichtigste Element zur Beurtheilung des Standes der Geschäfte zu jeder beliebigen Zeit ist eine geordnete Aufzeichnung aller Bewegungen im Material, d. h. Ab- und Zugang der Rohstoffe und Umwandlung derselben in Haupt- und Nebenproducte nach Maß und Gewicht. Diese Daten sind, soweit es möglich ist, täglich aufzuzeichnen und es hat der Gasmeister einen Rapport darüber an das Bureau zu geben. In diesen Tabellen bleibt außer Frage der Preis der angeschafften und verbrauchten Materialien und der der verkauften oder vorräthigen Producte. Sie dienen einerseits nach Eintragung der Preise als Basis und Bestandtheil der Bilanzen, die im Monats- oder Jahresschluß gezogen werden, andererseits zur Beurtheilung des zu erwartenden Consums in der gleichen Jahreszeit künftiger Jahre, und endlich zur Ausfindigmachung von Betriebsmangelhaftigkeiten, Werthermittelung der Rohmaterialien u. s. w.

Die Rohmaterialien, die gebraucht werden, sind:

1) Steinkohle oder Boghead zur Destillation;
2) Holz, Steinkohle, Braunkohle zur Retortenheizung;
3) Holz, Steinkohle, Braunkohle zur Dampfkesselfeuerung, wenn ein Exhaustor mit einer Dampfmaschine zu betreiben ist;
4) Holz, Steinkohle, Braunkohle ꝛc. zur Verdampfung von ammoniakalischen Wassern, falls diese nicht, ohne weitere Verarbeitung, an chemische Fabriken verkauft werden;
5) Reinigungsmittel, gebrannter Kalk u. s. w.

Die Producte sind:

1) Gas,
2) Coke,
3) Ammoniakalische Theerwasser,
4) Theer,
5) Gaskalk, insofern nicht ein anderes Reinigungsmittel gebraucht wird und der Gaskalk verkäuflich ist.

Das erzeugte Gas wird an der Betriebsgasuhr (Betriebscompteur) gemessen. Aber zu weiterer Benutzung der Tabelle wird in sie auch aufgenommen der Stand der Gasbehälter, und je nach diesem zu dem Tageserzeugniß an Gas das hinzugerechnet, was an dem gestrigen Vorrath abging, oder abgezogen, was mehr vorräthig ist als am Tage vorher, um zugleich den täglichen Consum zu bestimmen, soweit dies durch das nur beiläufige Mittel der Höhenmessung der Gasbehälterglocken geschehen kann. In einigen Fabriken wird die producirte Gasmenge, die immer warm, also etwas verdünnt und voluminöser durch den Betriebszähler geht, auf diejenige reducirt, die sich vermöge der Mitteltemperatur des Tages ergiebt; in den meisten Fabriken aber wird dies unterlassen.

Eine solche Tabelle der täglichen Betriebsergebnisse kann ferner Notizen enthalten über die Zahl der beschäftigten Arbeiter und die Art der von ihnen besorgten Geschäfte. Insofern als der Aufwand an Betriebskraft wechselnd ist, ist es ganz gerechtfertigt, diese in anderer Weise in die Calculation aufzunehmen, als die auf das Ganze sich gleichmäßig vertheilenden Auslagen für Zinsen des Anlage- und Betriebscapitals, Steuern u. s. w.

Aus den täglichen Rapporten wird die Tabelle für den Monat zusammengestellt, die Einrichtung einer solchen Tabelle läßt sich natürlich sehr verschieden treffen; in dem auf umstehender Seite folgenden Schema ist ein Beispiel gegeben.

Monat

Tag.	Ab- u. Zugang von Gas.			Materialverbrauch										Producte.				Arbeiter.
				zum Vergasen.		zur Heizung						zur Reinigung.						
						der Retorten.		d. Dampfkessels f. d. Exhaustor.		Abdampfen von Theerwasser.								
	Stand der Betriebsgasuhr, Kubikfuß.	Inhalt der Gasbehälter, Kubikfuß.	Gasverbrauch, Kubikfuß.	A Steinkohle.	A Bogbead.	A Steinkohle.	A Holz.	A Steinkohle.	A Holz.	A Steinkohle.	A Holz.	A Kalk.	A Eisenvitriol.	Gas, Kubikfuß.	A Coke*).	A Ammoniakwasser.	A Theer.	
1																		
2																		
3																		
4																		
5																		
6																		
7																		
8																		
9																		
10																		
11																		
12																		
13																		
14																		
15																		
16																		
17																		
18																		
19																		
20																		
21																		
22																		
23																		
24																		
25																		
26																		
27																		
28																		
29																		
30																		
31																		

*) Coke werden in der Regel, und zuweilen auch Theer, zum Heizen der Retorten gebraucht. Es gewährt den klarern Einblick in den Betrieb, wenn die beiden Nebenproducte ganz in der Production aufgezählt werden und im Materialverbrauch ebenfalls wenigstens annäherungsweise der Theil davon, welcher unter den Retorten verbrannt wird. Zur Berechnung der Gestehungskosten ist es gleichgültig, ob der Verbrauch dieser Producte von ihrer Gesammtproduction abgezogen und in die Materialverbrauchsrechnung aufgenommen wird, oder nur der bleibende Rest in der Production figurirt. Im ersteren Falle werden sie mit dem Preis in die Materialien aufgenommen, zu welchem sie verkäuflich sein würden. Aber z. B. zur Aufhellung des Verhältnisses des consumirten Heizmaterials zur Gasproduction oder der Leistungsfähigkeit einer Ofenconstruction einer Retortenart gegen eine andere ist es nicht unwichtig, diese Producte an beiden Orten der Tabelle aufzuführen.

Die Calculationen zerfallen in monatliche und Jahresrechnungen. Es sind in dieselben nicht nur zu den obigen summirten Ansätzen die Preise hinzuzufügen und so Ausgabe und Einnahme zu berechnen, ferner die Verwaltungskosten, Capitalzinsen, Reparaturen und Steuern aufzunehmen, sondern auch der Gasverlust zu beachten, in den Jahresrechnungen ferner die Verluste an Consumenten u. s. w. aufzunehmen. Man wird nicht alle Posten in die Monatscalculationen aufnehmen, die in der Jahresrechnung nicht fehlen dürfen.

Die Metallwerkstätte, die mit jeder Gasfabrik verbunden ist, arbeitet theils für die Gasabnehmer bei Neuanlagen und Reparaturen von Wohnhausbeleuchtungen u. s. w., und macht theils für die Fabrik Reparaturen u. s. w.

Es vereinfacht das Rechnungswesen, wenn für ein solches Hülfsinstitut besondere Rechnung in getrennten Lagerbüchern geführt und dessen Dienstleistungen für die Gasfabrik besonders verrechnet werden.

Das Jahresergebniß, der Gewinn, den es veranlaßt, wird am Schluß der Rechnung zu dem geschlagen, den die Gasproduction ergiebt.

Eine Rechnungsstellung wird etwa Folgendes zu umfassen haben:

A. Gasproduction.	Kubikfuß.	Kubikfuß.
Stand der Fabrikationsgasuhr		
Stand derselben am Schluß des vorigen {Jahres . . / Monats . .		
Differenz		
Stand der Gasbehälter.		
Stand der Gasbehälter am Schluß des vorigen {Jahres / Monats		
Unterschied . . . . . {— / +		
Daher wurden im {Jahr / Monat} fabricirt		
B. Gasverbrauch.		
1) Straßenlaternen, Brennstunden, à Kbf.		
2) Privatlaternen, » à Kbf.		
3) Privatbeleuchtung nach den Gasuhren		
4) Extrabeleuchtung, Brennstunden, à Kbf.		
5) Verbrauch in der Gasfabrik		
Gesammtverbrauch		
Verlust durch Entweichung, Condensation u. s. w. . .		
Der Verlust beträgt in Procenten der Production . .		

C. Ausgaben.	Franken. Thaler. Gulden.
1) Pfd. Steinkohlen zum Vergasen, à	
2) Pfd. Boghead, à	
3) Brennmaterial unter den Retorten:	
Klafter, à	
Pfund, à	
4) Brennmaterial unter dem Dampfkessel	
5) Desgl. zum Abdampfen von Theerwasser	
6) Reinigungsmaterial:	
Pfd. Kalk, à	
Pfd. Eisenvitriol, à	
7) Gasverbrauch in der Fabrik (vide B.)	
8) Brennmaterial in den Zimmern der Fabrik . . .	
9) Arbeitslöhne	
10) Capitalzins	
11) Gehalte	
12) Steuern	
13) Bureaukosten	
14) Reparaturen:	
a) in der Fabrik	
b) an Laternen	
c) an der Röhrenleitung	
15) Fabrikutensilien, Anschaffung	
16) Unvorhergesehenes	
Summa der Ausgaben	

D. Einnahmen.	Franken. Thaler. Gulden.
1) Städtische Beleuchtung laut B.	
2) Privatlaternen laut B.	
3) Privatbeleuchtung laut B.	
4) Extrabeleuchtung laut B.	
5) Cokesverkauf	
6) Vorrath an Theer und Cokes	
7) Theerwasser oder Producte daraus	
8) Gaskalk	
Summa der Einnahmen	

Macht man monatlich eine vollständige Berechnung aller Einnahmen und Ausgaben, bei letzteren die allgemeinen Kosten zu $^1/_{12}$ mitgerechnet, so ergeben sich zuweilen in den Monaten des geringsten Consums nicht nur keine Ueberschüsse, sondern Rückschläge der Einnahmen gegen die Ausgaben. Es gewährt die Kenntniß des erfahrungsmäßigen in Procenten vom Ganzen ausgedrückten Consumes der einzelnen Monate Anhaltepunkte zu verschiedenen praktischen Schlüssen, die der Dirigent einer Gasfabrik und andere Interessenten zu ziehen haben (z. B. über Anschaffung von Material, voraussichtliche Cassaeinzüge, passende Zeit zu Reparaturen u. s. w.); deshalb lassen wir, obgleich natürlich genaue Uebereinstimmung unter einzelnen Orten nicht möglich ist, hier eine Uebersicht dieser Verhältnisse folgen, wie sie sich in zwei deutschen Städten ergaben.

Es betrug der monatliche Consum an Gas:

	in A.	in B.	
Januar	15,40	13,65	Proc. vom Jahresconsum
Februar	11,40	10,05	» » »
März	8,90	7,36	» » »
April	5,42	6,45	» » »
Mai	2,96	4,50	» » »
Juni	2,16	3,18	» » »
Juli	2,23	3,36	» » »
August	3,61	5,35	» » »
September	6,90	7,23	» » »
October	10,58	10,44	» » »
November	14,34	11,85	» » »
December	16,10	14,58	» » »

Der wegen seiner zahlreichen wohlgelungenen Holzgasfabrikanlagen vielgenannte erfahrene Gasingenieur Riedinger in Augsburg stellt eine Regel über den Rapport zwischen dem Jahresconsum und dem Maximalverbrauch, der, abgesehen von Extrabeleuchtung, vorkommen kann, auf. Es wird der Jahresconsum durch 365 dividirt, und dieser mittlere Tagesverbrauch mit 2 oder höchstens 2,5 vermehrt, um den Verbrauch zu erfahren, den man in der längsten Nacht zu gewärtigen hat.

Gasbereitung aus anderen Materialien.

Die Gasbereitungsmethoden, die sich theilweise oder gänzlich anderer Ma- 163
terialien als der Steinkohlen bedienen, und mittelst deren zusammengenommen wohl kaum 10 Procent des gegenwärtig zur Beleuchtung gebrauchten Gases producirt werden, lassen sich in einige Hauptgruppen abtheilen.

1. Leuchtgas, durch Wasserzersetzung erzeugt, welches a. ohne Beimischung, oder b. nach Imprägnirung mit flüchtigen leuchtenden Stoffen verbrannt wird.

2. Atmosphärische Luft durch Zumischung gas- oder dampfförmiger Leuchtmaterialien leuchtend gemacht.

3. Gasgemenge, durch Zersetzung von a. fetten Oelen (Seifenwassern,

Swinter), b. flüchtigen Oelen (Schieferöl), c. Harz, d. Holz, e. Torf, f. Braunkohle.

164 Die Leuchtgaserzeugung durch Wasserzersetzung geht von der Wahrnehmung aus, daß Wasserdampf, bei Rothglühhitze über Kohlen geleitet, zersetzt wird in freiwerdenden Wasserstoff und Kohlenoxyd, wenn zu wenig Wasserdampf vorhanden, oder Kohlensäure, wenn sich der Wasserdampf im Ueberschuß findet. Widersprüche, die sich unter den Technikern erhoben über die Bedingungen, unter welchen Kohlenoxyd oder Kohlensäure gebildet wird, scheinen in der Ansicht ihre Lösung zu finden, daß beim Zusammentreffen von 1 Aeq. glühender Kohle mit 1 Aeq. Wasser in Dampfgestalt Wasserstoffgas und Kohlenoxydgas gebildet werden, die sich aber bei neuem Zutritt von Wasserdampf in einer der Rothglühhitze nahen Temperatur weiter zerlegen unter Bildung von Wasserstoff und Kohlensäure:

$$HO + C = H + CO$$
$$HO + CO = H + CO_2$$

daß aber umgekehrt, wenn durch einen starken auf glühende Kohlen treffenden Dampfstrom Wasserstoff und Kohlensäure gebildet werden und dieses Gemenge in Berührung bleibt mit glühender Kohle, aus der Kohlensäure sich unter Kohlenstoffaufnahme Kohlenoxyd bilde.

Da das Kohlenoxyd, ein erstickend wirkendes Gas, dessen Leuchtkraft gering ist, durch die gewöhnlichen Reinigungsmittel nicht entfernt werden kann, ein Umstand, der vielfach zur Discreditirung der auf diese Weise erzeugten Gasgemenge benutzt worden, hat sich das Bestreben derer, welche solches Gas einzuführen bemüht waren, meist dahin gerichtet, das Kohlenoxyd möglichst in Kohlensäure umzuwandeln, und diese durch die gewöhnlichen Reinigungsmethoden zu entfernen.

Ein Gasgemenge aus gleichen Aequivalenten Wasserstoff und Kohlenoxyd enthält 50 Volumprocente von jedem der beiden Bestandtheile, und dem Gewichte nach beinahe 94 Procente von letzterem Gas, eine freilich sehr große, im gewöhnlichen Leuchtgas nicht vorkommende Menge. Durch Zerlegung eines solchen Gemenges bei Hinzutritt eines zweiten Aequivalents Wasser in Dampfgestalt wird ein Gemisch erzeugt, worin 66,6 Volumina Wasserstoff auf 33,3 Volumina Kohlensäure enthalten sind. Diese Kohlensäure ist durch die gewöhnlichen Reiniger mit Kalk zu entfernen, nicht vergessen darf man aber, daß hierzu eine große Menge Kalk in Anspruch genommen und der Betrieb dadurch stark belästigt wird. Es begreift sich, daß ein vollständiger Ausschluß des Kohlenoxydes bei einem in größerem Maßstabe ausgeführten Proceß nicht möglich ist, wir werden erfahren, wie groß die Menge desselben im Durchschnitt sei.

Weder Wasserstoff noch Kohlenoxydgas leuchten; um sie zur Beleuchtung zu benutzen, sucht man durch ihre Verbrennung zu bewirken, daß sie feste Körper im Innern der Flamme zur Weißgluth erhitzen. Hier gehen die verschiedenen Vorschläge aus einander.

a. Wasserstoffgasbeleuchtung nach Gillard.

Schon um das Jahr 1850 hat Gillard diese Beleuchtungsart in Passy

bei Paris und in einigen Privatetablissements in Paris eingeführt. Er bereitete anfänglich das Wasserstoffgas durch Einströmenlassen von Wasserdampf in stehende Retorten, die mit Eisendrehspänen locker gefüllt und zum Hellrothglühen erhitzt waren. Das Eisenoxyd reducirte er in den eben für den Dampfstrom geöffnet gewesenen Retorten durch Einleiten von Kohlenoxyd, indem er mittlerweile eine andere Reihe von Retorten zur Wasserzerlegung functioniren ließ. Später änderte er den Apparat. Das Eisen als wasserzersetzendes Mittel wurde ausgeschlossen und Holzkohle anstatt desselben angewendet. Das Gasgemenge, das er durch Einführen von Wasserdampf in liegende mit Holzkohlen gefüllte ⊐ förmige Retorten erhielt, wurde durch Aetzkalkreiniger geführt und so von Kohlensäure befreit. An den Brennermündungen befanden sich kleine Platincylinder, welche durch die Hitze des verbrennenden, vor der Ausströmung in einem gewissen Verhältniß mit Luft gemengten Wasserstoffgases und Kohlenoxydgases in Weißgluth geriethen und ein sehr helles, ruhiges Licht verbreiteten. Das Verfahren von Gillard war fast in Vergessenheit gerathen, als man zehn Jahre nach seinem ersten Auftreten erfuhr, die Stadt Narbonne in Südfrankreich habe sich durch eine anonyme Gasgesellschaft Wasserstoffgasbeleuchtung einrichten lassen. Verver untersuchte die Anstalt im Auftrag der Stadtbehörde von Mastricht, und erstattete einen Bericht darüber, der im Ganzen im empfehlenden Sinne ausfiel. Das Gas soll nach ihm und anderen Chemikern nur zwischen 2,5 und 5 Volumprocente Kohlenoxyd enthalten, und ein Brenner, der 3,234 Kubikfuß (preußisch) stündlich consumirte, entsprach einer Lichtstärke von 5,22 Wachskerzen (welchen Gewichts?). Die Helligkeit sei untadelhaft.

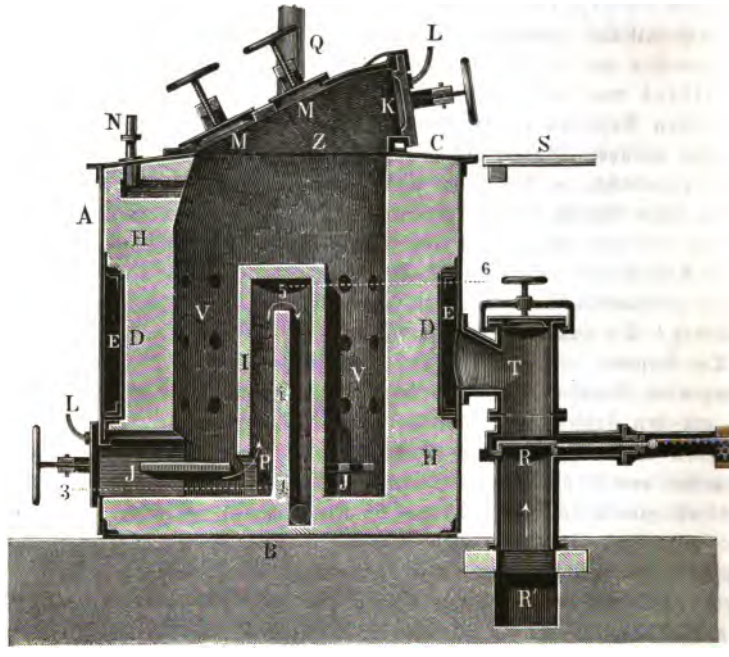
Der Apparat bestand, als Verver das Etablissement in Narbonne besuchte, aus liegenden Retorten mit weiter Abzugsröhre, damit das Gasgemisch nicht zu lange mit den Kohlen in Berührung bleibe. Die Retorten waren 1,9 Meter lang, 0,39 Meter hoch und 0,33 Meter breit; die Abzugsröhre hatte einen Durchmesser von 0,145 Meter. Dieser Retorten lagen fünf in einem Ofen und jede erhielt eine Ladung von 15 bis 16 Kilogrammen Holzkohle. Der Dampf wurde mit einer Spannung von $5^1/_2$ bis 6 Atmosphären aus einem kleinen Dampfkessel durch Röhren mit vielen Oeffnungen in die Retorten geführt. Die Röhren von Schmiedeeisen lagen im oberen Theil der Retorte, waren 0,024 Meter weit und hatten 80 bis 90 Oeffnungen, in welchen kleine durchbohrte Kapseln aus gebranntem Thon steckten, durch die der Dampf ausströmte; die letztere Vorrichtung deshalb, weil die Wände der Oeffnungen, so lange diese einfach aus Durchbohrungen des Metalls bestanden, schnell zerfressen wurden. Alle fünf Stunden erfolgte eine Kohlenladung, während dieses Geschäftes wurde der Dampfstrom abgesperrt.

Zur Erzeugung von 1 Kubikmeter Gas (von unten folgender Zusammensetzung) wurden 0,324 Kilogrm. Holzkohle, 1,4121 Kilogrm. Steinkohle zur Retortenheizung, und 0,45 Kilogrm. Steinkohle zur Kesselfeuerung gebraucht. Der Kubikmeter Gas erforderte 1,25 Kilogrm. gebrannten Kalk zur Befreiung von Kohlensäure. Der Kohlensäuregehalt des rohen Gases wurde nicht bestimmt.

Die fünf Retorten lieferten in 24 Stunden 710,4 Kubikmeter (25077 Kubikfuß engl.) gereinigtes Gas, daher die Retorte stündlich 5,92 Kubikmeter, dies beträgt

209 Kubikfuß engl., den Kubikmeter in abgerundeter Zahl zu 35,3 Kubikfuß engl. gerechnet. Schon in diesem Berichte ist darauf hingewiesen, daß die Corrosion der Retortenwände und Dampfröhren, da wo der Dampf ausströmt, eine beträchtliche ist, es ist deshalb der Apparat in neuerer Zeit von dem Erbauer der Gasanstalt in Narbonne, Fages aus Limoux, wesentlich verändert worden. Auch scheint die Anwendung von Holzkohlen das Product sehr vertheuert zu haben, und es werden daher bei der neuen Einrichtung Cokes anstatt der Holzkohlen gebraucht. In Fig. 219 ist der neue Apparat im senkrechten Durchschnitt nach 1 — 2, in Fig. 220 im Grundriß, und in letzterer Figur in der Ebene der Linien 3 — 4 und 5 — 6 gezeichnet.

Fig. 219.

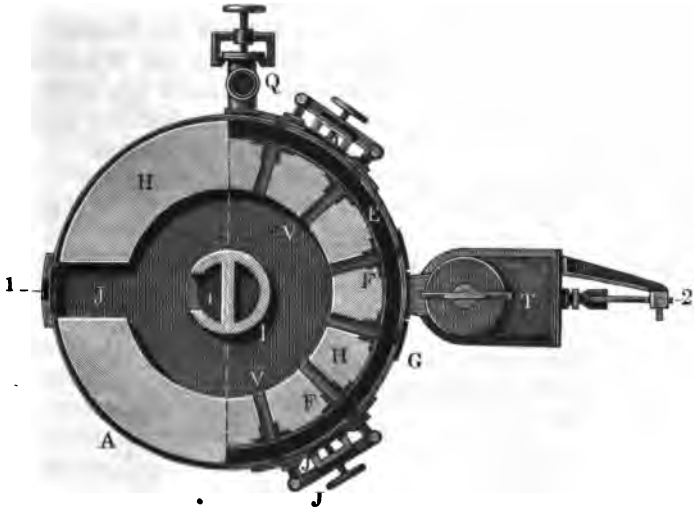


Beide Figuren stellen ihn in $^1/_{40}$ seiner natürlichen Größe dar.

A ist ein genieteter Eisenblechmantel von 3mm Blechstärke, der mit dem Deckel *C* (von 4mm Blechdicke) und dem Boden *B* durch Schraubenbolzen möglichst dicht verbunden ist. In diesem Cylinder ist ein zweiter *D* angebracht, der niedriger als *A* ist, und den hohlen Raum *E* erzeugt. Der Cylinder *D* ist 2mm stark, und hat 3 Reihen kreisförmiger Oeffnungen, in welchen die Blechhülsen *F* stecken, welche den 36 Canälen *V*, die ins Innere des Cylinders führen, als Futter dienen; diesen Canälen entsprechen nach außen viereckige Oeffnungen, die mit eisernen lutirten und durch einen Bügel mit Schraube verschlossenen Thüren versehen sind. Letztere dienen zum Reinigen der Kanäle *V*. Gegen innen sind beide Cylinder mit einer feuerfesten Thonmauer gefüttert, und in ihrer Mitte steht

ein Cylinder *I* aus feuerfester Thonmasse, der durch eine verticale Wand *i* in zwei Abtheilungen getheilt ist. Im unteren Theil des Ofens ist ein Rost etwa

Fig. 220.



3 Decimeter vom Boden entfernt, und in gleicher Höhe befinden sich drei Thüren *J*, die ebenfalls mit Bügel und Schraube verschließbar sind, zum Reinigen des Ofens. Die Füllöffnung des Ofens liegt bei *K*, sie ist 4 Decimeter hoch und 3 Decimeter breit, sie wird ebenfalls mit Schraube und Bügel verschlossen, nachdem ihre Ränder mit Lehm bestrichen worden sind. *M*, *M* sind ähnliche verschließbare Oeffnungen zum Reinigen des Ofens. *S* ist eine Art Tisch oder Bühne, worauf die Cokes liegen, die zum Einfüllen bei *K* dienen sollen.

Beim Betrieb wird der Apparat vom Roste an ganz mit Cokes aufgefüllt, und nachdem diese in starke Rothgluth gebracht sind, wird *K* geschlossen, und durch *N* Dampf von 2 Atmosphären Spannung eingeleitet, um das gebildete Gasgemenge mit überschüssigem Wasserdampf und ohne Berührung mit glühenden Kohlen zu mengen, wird es unter dem Roste durch *I* auf- und abwärts geführt, während durch *P* ein zweiter Dampfstrom zutritt. Durch *Q* entweicht das nun fertige Gemenge in einen Kühler und geht von da in die Reiniger. Die Cokes kühlen sich durch den Dampfstrom etwas ab, weil sie nicht von außen erhitzt werden, deshalb wird der Dampfzufluß nach einiger Zeit abgestellt, *K* geöffnet, der Schieber *R*, der das Rohr *T* schließt, zurückgezogen und durch *R'* mittelst eines Ventilators von 7 Decimeter Durchmesser und 3 Decimeter Breite aus dem Canal *R'* Luft eingeführt. Hierfür braucht es 4 bis 5 Minuten, während nachher wieder während 20 Minuten Dampf einströmen kann. Es werden täglich etwa $^1/_4$ der Röhren *V* in regelmäßigem Turnus gereinigt, der ganze Ofen wird durch die Thüren *M* und *J* nur alle 10 Tage gründlicher gereinigt. Zur Erzeugung von 100 Kubikmeter Gas bedarf es etwa 2 Stunden Zeit, und an Material

75	Kilogrm.	Cokes	zu 2,25 Frcs.	
55	»	Steinkohle	» 1,37 »	unter dem Dampfkeſſel
82	»	Kalk	» 0,82 »	
			4,44 Frcs.	

Es käme ſomit der Kubikmeter Gas auf höchſtens 4,5 Centimes zu ſtehen, wenn man von Zinſen des Anlagecapitals, Arbeitslohn und Reperatur abſieht. Letztere iſt nach ſechsmonatlichem Gebrauch des Apparates ſehr gering geweſen. Mit den Retorten koſtete, nach Verver, der Kubikmeter Gas 8,25 Centimes.

$28^1/_2$ Kubikmeter ſind ganz nahezu 1000 engliſche Kubikfuß.

Es koſteten alſo nach der älteren Methode die 1000 Kubikfuß

$28{,}5 \times 8{,}25 = 2$ Frcs. 34 Cent. $= 18{,}7$ Sgr. $= 1$Fl. 6,8 Xr., nach der neueren

$28{,}5 \times 4{,}5 = 1$ » 28 » $= 10{,}2$ » $= -$ » $36^1/_2$ »

Das gereinigte Gas hat nach Verver die folgende Zuſammenſetzung:

Waſſer	1,02
Kohlenſäure	0,50
Kohlenoxyd	3,54
Leichter Kohlenwaſſerſtoff	0,38
Waſſerſtoff	94,08
Stickſtoff	0,12
Verluſt	0,36
	100,00

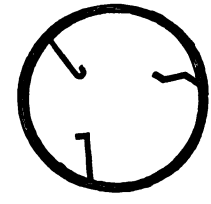
Die Brenner ſind Argand'ſche, der Ring, aus dem die Strahlen ſtrömen, iſt wegen der Erhitzung von Platin. Ueber die Kränze der Brenner in die Flamme werden Platinkörbchen, Fig. 221, geſetzt, die an dem Kranze *a*, Fig. 222, mit Platindraht, wie es durch Fig. 223 verdeutlicht iſt, befeſtigt werden.

Fig. 222.

Die Körbchen von Platin haben

Fig. 221.

Fig. 223.



a. für Brenner von 20 Strahlen 22mm Höhe und ein Gewicht von 1,371 Grm.
b. » » » 16 » 18 » » » » » 0,756 »
c. » » » 12 » 18 » » » » » 0,551 »

ſie ſind für die drei genannten Brennerdimenſionen
a. unten 23mm und oben 20mm, b. unten 19mm und oben 17mm, c. unten 15mm und oben 12mm weit.

Dieſe Platinnetze dauern etwa ein Jahr, nach welcher Zeit ſie aber ſpröde

werden, im Ankauf koſtet das Stück 1 bis 2 Frcs., und die Fabrik nimmt das alte Platin zu 60 bis 75 Centimes pr. Gramm zurück.

b. Das carboniſirte Waſſerſtoffgas.

Selligue hat zuerſt (1834 in Paris), ſpäter White (in England 1851) 165
und neuerlich Leprince in Frankreich jeder mit einiger Modification des Apparates Leuchtgas dadurch dargeſtellt, daß das durch Zerſetzen von Waſſerdampf mit glühenden Kohlen erzeugte Waſſerſtoffgas unter geeigneter Temperatur in Retorten geleitet wurde, die mit Stoffen gefüllt waren, welche leuchtende Kohlenwaſſerſtoffgaſe und Dämpfe (ſ. Einleitung zur Gasbeleuchtung) beim Erhitzen abgeben konnten. Selligue wendete hierzu bituminöſe Schiefer an, White bediente ſich anfangs eines Gemenges von Oel und Harz, ſpäter zur Darſtellung ſeines Hydrocarbongaſes mit Vorzug der Cannelkohle, und Leprince empfiehlt nur eine fette Steinkohle. Während Selligue's Erfindung ſich nicht ſtark verbreitete, machte der White'ſche Proceß in England ziemlich bedeutendes Aufſehen; von den Erfolgen des Verfahrens von Leprince, das noch zu neu und kaum tiefergehende Unterſchiede vom White'ſchen zeigt, kann noch nicht ſehr vieles berichtet werden. Es iſt unbedingt anzuerkennen, daß dieſen Methoden ein völlig rationelles Princip zu Grunde liegt, das nämlich, daß das Waſſerſtoffgas nur als Vehikel gebraucht wird, die Kohlenwaſſerſtoffgaſe und Dämpfe aufzunehmen und ſie einerſeits vor Zerſetzung durch längeren Aufenthalt in der zu hoch erhitzten Retorte, andererſeits vor Condenſation zu bewahren. Auch das Product iſt hinſichtlich ſeiner Leuchtkraft wie ſeiner minderen Gefährlichkeit für die Geſundheit ſehr ſchätzenswerth. Frankland hat alle dieſe Verhältniſſe mit großer Klarheit bei Beſprechung der White'ſchen Erfindung dargelegt. Es ſcheinen jedoch ökonomiſche oder praktiſche Schwierigkeiten einer allgemeineren Einführung im Wege zu ſtehen, denn man vernimmt nicht, daß in England man häufig das gewöhnliche Verfahren der Steinkohlengasbeleuchtung verlaſſen und zu dem White'ſchen übergegangen ſei.

Beim White'ſchen Proceß wird nicht wie bei dem Gillard'ſchen auf möglichſte Umwandlung des Kohlenoxydgaſes in Kohlenſäure hingearbeitet. Es iſt oben (§. 164) dargelegt worden, daß bei der Waſſerzerlegung durch Kohle ſich gleiche Volume Kohlenoxyd und Waſſerſtoffgas bilden, oder daß ſich das Kohlenoxydgas nur vermindere auf Koſten von Kohlenſäurebildung. In dem White'ſchen Gaſe aber findet ſich ein Kohlenoxydgehalt, der 15 Proc. nicht überſteigt, ohne daß es nennenswerthe Mengen von Kohlenſäure enthielte, während der Gehalt an Waſſerſtoff gegen 50 Proc. beträgt. Dieſe Waſſerſtoffvermehrung ohne entſprechende Kohlenoxydzunahme muß aus der Einwirkung von Waſſerdampf auf den leichten Kohlenwaſſerſtoff der mit Cannelkohle gefüllten Retorte erklärt werden, ſo nämlich, daß Kohlenoxyd und Waſſerſtoff, und zwar letzterer aus dem Kohlenwaſſerſtoff und dem Waſſer, alſo in größerem Volum gebildet werde. Hierdurch wird noch der Vortheil erreicht, daß ſich der leichte Kohlenwaſſerſtoff, der unter den ſchwach leuchtenden Gaſen, wie wir in der Einleitung erfahren haben, als das mindeſt taugliche Vehikel für die leuchtenden Dämpfe anzuſehen iſt, ſehr vermindert, wie folgende Zuſammenſtellung von Frankland darthut.

Es lieferte Wigan-Cannelkohle ein Gasgemenge

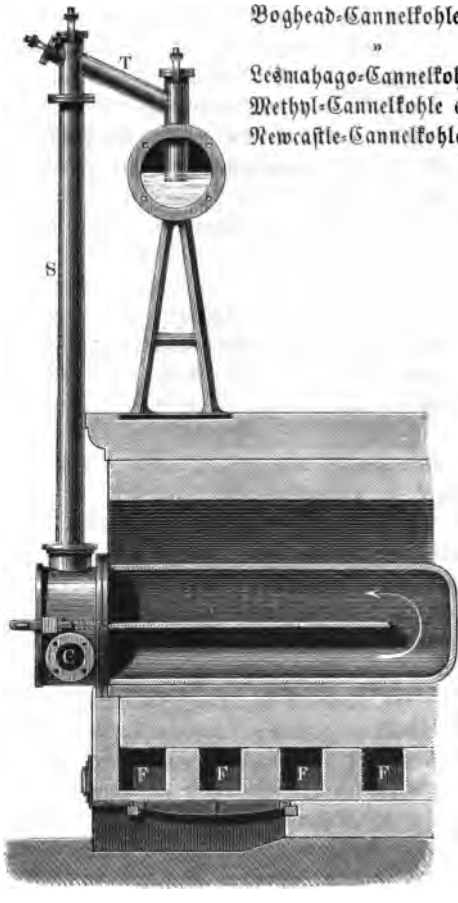
	beim gewöhnlichen Proceß	beim Withe'ſchen
Schwere Kohlenwaſſerſtoffe und Elaylgas	10,81	10,55
Leichter Kohlenwaſſerſtoff	41,99	27,20
Waſſerſtoff	35,94	47,39
Kohlenoxyd	10,07	14,86
Kohlenſäure	1,19	0,00

Aehnliches ergab ſich mit Boghead-Cannelkohle.

Ueber die Quantitäten und Qualitäten des Productes macht Frankland nachfolgende ſehr günſtige Angaben:

	Gewinn in Procenten an Leuchtkraft	an Gasmenge
Wigan-Cannelkohle ergab . .	33,9	47,9
» » .	42,4	48,8
Boghead-Cannelkohle ergab .	88,4	188,2
» » .	82,4	290,6
Lesmahago-Cannelkohle ergab	82,8	174,8
Methyl-Cannelkohle ergab . .	108,6	176,2
Newcaſtle-Cannelkohle ergab .	11,2	45,8

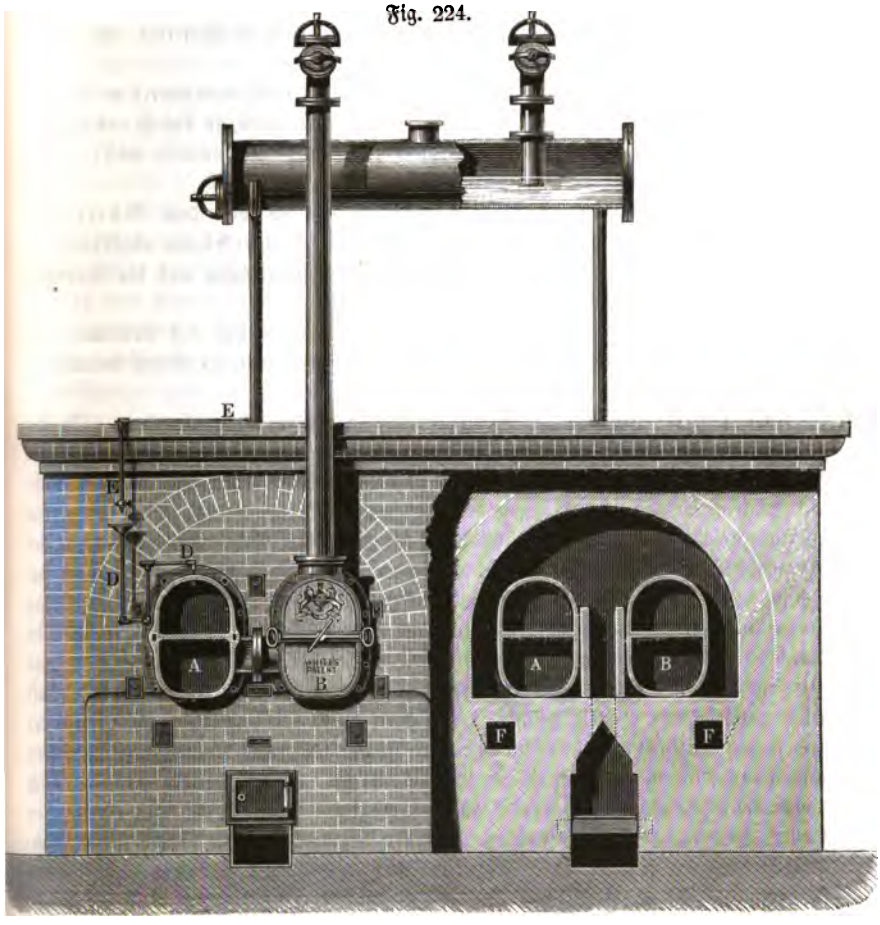
Fig. 225.



Der Apparat von White iſt in $^1/_{40}$ der natürlichen Größe in Fig. 224 (a. f. S.) abgebildet. Die Oefen, der Bau des Feuerraumes, die Lage und Zahl der Retorten ſind ganz wie für die gewöhnliche Steinkohlengasbereitung beſchaffen. Die vorliegende Figur ſtellt einen Doppelofen mit je zwei Retorten zur Hälfte in Vorderanſicht, zur andern Hälfte im Verticaldurchſchnitt dar. *A* und *B* ſind die Retorten, $18^1/_2$ engl. Zoll weit und $27^3/_4$ engl. Zoll hoch. Sie ſind durch eine nicht ganz bis zur Rückwand (ſ. Fig. 225) reichende horizontale Zwiſchenwand in eine obere und eine untere Kammer, jede 12 Zoll hoch, getheilt. Dies iſt der einzige weſentliche Unterſchied von der gewöhnlichen Gasretorte, und darum nöthig, um den Dämpfen und Gaſen auf längerem Wege Gelegenheit zur Berührung mit der Kohle zu gewähren. Die abgebildeten Retor-

ten haben einen Kubikinhalt von 16 Fuß, und zwei ſolcher können in 24 Stunden 10000 Kubikfuß Hydrocarbongas liefern. *DD* iſt ein heberförmig gebogenes

Fig. 224.



Rohr mit einem Trichter, in welchen durch die Röhre *E* ein dünner Waſſerſtrahl läuft, der auf die rothglühende Coke oder Holzkohle fällt, die ſich in der oberen Kammer der Retorte *A* befinden; der Dampf ſtrömt gegen die Rückwand, und in der unteren Kammer wieder vorwärts zu dem ſeitlich angebrachten Rohre *C* in die untere Kammer der Retorte *B*, durch dieſe und die obere, welche beide mit Cannelkohle gefüllt ſind, hindurch und in die Steigröhre zu der Vorlage. Die Retorten ſind auf den gegen einander gekehrten Seiten mit feuerfeſten Backſteinen armirt. Die Feuerzüge *F* und alle übrigen Theile des Ofens ſind durch das beim Steinkohlengasbereitungsapparat Geſagte hinlänglich deutlich. White bemerkt, daß bei Verwendung ſehr fetter Cannelkohle 2 bis 4 Retorten zur Waſſerſtofferzeugung auf eine für Aufnahme der Kohlenwaſſerſtoffe gebraucht werden können.

Die Vortheile der White'schen Gasbereitungsart faßt Frankland in Folgendem zusammen:

1. Vermehrung der Gasproduction, zwischen 46 und 290 Proc. je nach dem Material.
2. Vermehrung der Leuchtkraft aus einem gegebenen Gewicht Material um 12 bis 108 Proc.
3. Abnahme des Theers, weil ein Theil desselben in Gas verwandelt wird.
4. Verdünnung der sehr stark leuchtenden Cannelkohlengase, so daß sie nicht rußen.
5. Vermehrung von Wasserstoff, Verminderung von Kohlenwasserstoff, einem schädlichen Gase (siehe Einleitung).

Das Verfahren von Leprince unterscheidet sich von dem White'schen dadurch, daß Retorten mit zwei Scheidewänden, also in drei Räume abgetheilt angewandt werden, in welchen beide Processe, die Wasserzersetzung und die Carbonisirung, vor sich gehen sollen.

Es soll der Kubikmeter des Gases von Leprince auf 3,9 Centimes, die 1000 Kubikfuß engl. daher auf 1 Fr. 12 Cent. = 30 Kr. zu stehen kommen.

166 **Luft mit flüchtigen Kohlenwasserstoffen imprägnirt.** In der Einleitung zur Gasbeleuchtung ist angegeben, daß Luft nicht das geeignetste Mittel sei zur Aufnahme von Dämpfen leuchtender Substanzen, da diese das Licht und zugleich die zum Fortbrennen nöthige Hitze zu liefern haben. Eine auch sehr mäßige Geschwindigkeit beim Ausströmen eines solchen Gemenges hat wegen der abkühlenden Wirkung des nicht brennbaren Gases Erlöschen der Flamme zur Folge. Eine Beleuchtungseinrichtung dieser Art ist wohl immer nur Vorschlag geblieben. Es ist eine solche auf den Namen von J. Longbottom in Leeds in England patentirt worden. Die Flüssigkeit, die er der Luft beimischt, besteht aus gleichen Theilen Benzol, Schwefeläther und Terpentin- oder Harzöl. Der Luft wird zuerst durch Bimssteinstücke, deren einer Theil mit engl. Schwefelsäure, der andere mit Aetzkalilauge befeuchtet ist, ihre Feuchtigkeit und Kohlensäure entzogen und dann dieselbe durch Gebläse in eine Büchse geführt, worin das Gemisch genannter Flüssigkeiten so vertheilt ist, daß möglichst innige Berührung stattfinden kann. Von da geht das Gemenge in einen Gasometer. Die Sache scheint, abgesehen vom angeführten Hauptgebrechen, noch an anderen zu leiden, wir führen sie deshalb mehr im historischen Interesse an.

167 a. **Oelgas.** Es ist richtig, daß Fette und fette Oele gemäß ihrer Zusammensetzung diejenigen Substanzen sind, aus welchen sich das reinste und beste Leuchtgas machen läßt. Sie enthalten sämmtlich wenig Sauerstoff im Vergleich zum Kohlenstoff und Wasserstoff, und letztere annähernd in dem Verhältniß, wie sie im Elaylgas vorkommen, es bleibt kein oder nur ein sehr geringer Rückstand bei der Destillation, schwefelhaltige Producte sind ausgeschlossen und Kohlensäure kann sich nur wenig bilden.

Trotz allen diesen Vorzügen ist die Oelgasbereitung wenig verbreitet, weil das Gas, wenn auch an Leuchtkraft das gewöhnliche Steinkohlengas bedeutend übertreffend, und obgleich nur die wohlfeilsten Fette und Fettabfälle gebraucht werden, immerhin sehr theuer zu stehen kommt. Es hat sich indessen in kleineren

Etabliſſements, da wo kleinere Ortſchaften oder einzelne Privathäuſer zu beleuchten ſind, mit Recht im Gebrauche erhalten. Der Apparat iſt einfach: das flüſſige Fett wird aus einem Behälter tropfenweiſe oder in dünnen Strahlen in eine rothglühende, mit Cokes oder Ziegelſtücken gefüllte Retorte eingeführt; das durch die Fettzerſetzung erzeugte Gas entweicht möglichſt raſch durch ein weites Rohr, geht durch eine mit Oel gefüllte Vorlage (zuweilen iſt dieſe zugleich der Behälter, aus dem die Retorte geſpeiſt wird), worin ſich die leichteſt condenſirbaren, die weſentlichſten Charaktere fetter Oele beibehaltenden Subſtanzen abſetzen, um ſpäter wieder in die Retorte geführt zu werden, und ſtrömt von da in die Condenſatoren (deren Theerabſatz ebenfalls wieder zur Gasbereitung dient), dann in die Kalkreiniger und den Gasſammler. Zu beachten iſt, daß die Retorte nicht zu hoch erhitzt ſei, damit nicht Wiederzerlegung der ſchweren Kohlenwaſſerſtoffe unter Abſatz von Kohle ſtattfinde, daß ſie gleichmäßig erhitzt ſei und daß die Flüſſigkeit an verſchiedenen Stellen in den Apparat fließe, um nicht an einer einzigen allzuſehr abkühlend zu wirken. Um die Erhitzung der mit Rothgluth haltenden Subſtanzen gefüllten Retorte gleichmäßig zu machen, ſind in neuerer Zeit deren conſtruirt worden, die keſſelartige Form haben und welche das Feuer äußerlich und mittelſt Heizröhren auch im Innern berührt. Ein ſolcher Apparat iſt derjenige von Gerner.

Swintergas nennt man das aus den Seifenwaſſerrückſtänden der Seidenfärbereien vom Entſchälungsproceß ſich ergebende durch Abſcheidung der Fettſäuren und Deſtillation derſelben gewonnene Gas. Auch Seifenwaſſer größerer Waſchanſtalten, die Brühen, die vom Entfetten der Wolle erhalten werden, und ähnliche Abfälle wurden in früherer und neuerer Zeit empfohlen und gebraucht zur Erzeugung von Leuchtgas. Der Apparat und die Führung des Proceſſes treffen ganz mit dem bei Oelgasbereitung angegebenen zuſammen.

Es ſollen nach Rummler aus 1 Pfd. Swinter 5 bis 6 Kubikfuß Leuchtgas erzeugt werden können; daſſelbe hat eine ſtarke Leuchtkraft und der Centner Swinter ließ ſich zur Zeit, da dieſe Verſuche ausgeführt wurden, zu $1/2$ Fl. beſchaffen. Die Geſtehungskoſten des Gaſes wären nach dieſer Angabe ſehr gering. In Augsburg ſoll 1 Centner Swinter aus Wollfabriken $2\,1/2$ bis 3 Fl., in Mühlhauſen 9 bis 10 Frcs. koſten, und das Pfund dieſes Swinters liefere 105 Liter, das iſt nicht ganz 4 engl. Kubikfuß Gas, das beinahe die dreifache Leuchtkraft des Steinkohlengaſes habe. Knapp giebt an, aus 1 Kubikfuß Oel (etwa 42 bis 45 Zollpfund) ließen ſich 600 bis 700 Kubikfuß Gas machen. So unpräcis die Angaben ſind, ſo gebt doch daraus hervor, daß der Swinter außer den Fettſäuren der Seife noch andere von der Seide herrührende Beſtandtheile enthalten haben mußte, und daß das Fett oder Oel bei obigem Quantitätsergebniß ſehr billig zu ſtehen kommen muß, wenn das Product gegenüber den anderen Gasſorten concurrenzfähig ſein ſoll.

b. Schieferölgas. Die Schwierigkeiten, dem unvollkommen gereinigten 168
Schieferöl, Mineralöl, Photogene zur Lampenbeleuchtung, namentlich im Innern von Häuſern, einen der Production entſprechenden Abſatz zu verſchaffen, haben zu Verſuchen, es zur Gasbereitung zu gebrauchen, geführt.

Die Angaben über die Gestehungskosten und seine Leuchtkraft sind noch sehr unsicher. Es wird aber angegeben, daß es bei gleicher Leuchtkraft wie das Gas aus fetten Oelen bedeutend billiger zu stehen komme als dieses.

Die Producenten von Schieferöl in Reutlingen und Hechingen geben einen Ertrag von Gas an, der auf je 1 Centner Oel 1250 bis 1400 engl. Kubikfuß entspricht; aus einer Privatgasanstalt, die sich des Schieferöls bediente, erfährt man jedoch, daß sich die Ausbeute auf 1000 Kubikfuß für den Centner des Schieferöls reducire. Die Leuchtkraft solchen Gases ist in Stuttgart mit der des dortigen Steinkohlengases verglichen worden, der Ausdruck der erhaltenen Resultate ist sehr schwankend: es sei die Leuchtkraft des Schieferölgases $2^1/_2$ bis $3^1/_2$fach größer als die des Steinkohlengases. Nach den Angaben der Schieferölfabrik würde sich das von ihr als erreichbar erkannte Minimum von Gas, das sich aus 1 Centner Oel gewinnen läßt, nämlich 1250 Kubikfuß, bei einem Ankaufspreise des Oels von 14 Fl. 30 Kr. (circa 31 Frcs.) auf 18 Fl. 3 Kr. (38 Frcs. 26 Cent.) stellen. Werden aber, wie aus einer anderen Gasfabrik berichtet wird, nur 1000 Kubikfuß Gas erhalten, so käme diese Menge auf obige Summe zu stehen. Die Gestehungskosten werden endlich von dritter Seite bei einem Preis des Schieferöls von 10 Fl. pro Centner zu 10 Fl. pro 1000 Kubikfuß angegeben. Nimmt man als durchschnittliche Leuchtkraft die dreifache des Steinkohlengases an (was freilich genauer zu ermitteln wäre), so könnte das Schieferölgas überall da concurriren, wo die 1000 Kubikfuß Steinkohlengas nach Abzug des Betrags für Nebenproducte auf etwa 6 Fl. (12 Frs. 60 Cent.) zu stehen kommen.

Der Apparat ist nicht wesentlich verschieden von denjenigen, die zur Oelgaserzeugung dienen; dunkle und gleichmäßige Rothgluth der Retorten, und allmäliges Einträufeln des Oeles sind auch hier Grundbedingungen, welchen hinsichtlich der Construction des Apparates in mannigfachster Weise genügt werden kann. In der Retorte bleibt wenig lockere Kohle. Da die Schieferöle beinahe sauerstofffrei sind, kann das Schieferölgas fast kohlensäurefrei erhalten werden, dagegen muß ihm etwas Schwefelwasserstoff durch einen Reiniger entzogen werden.

169 c. **Harzgas.** Wohl noch geringer als für das Oelgas sind die Aussichten für die Concurrenzfähigkeit des Harzgases. Es hat diese Industrie nicht nur wegen der Gestehungskosten des Productes einen schweren Standpunkt, sondern es kommen zu den für das Oelgas vorhandenen Schwierigkeiten namentlich noch die des erschwerten genügenden Bezuges des Rohmaterials und der Ungleichheit seiner Eigenschaften, die natürlich Ungleichheiten des Products zur Folge haben. Im Ganzen hält man das Harzgas für minderwerthig als das Oelgas. Der hauptsächlichste Unterschied im Apparate für Oelgas und Harzgas ist der, daß das Harz als fester Körper, ehe es in die Zersetzungsretorte in dünnem Strahl eingeführt wird, in einem Vorwärmekessel, der von dem aus dem Retortenofen abziehenden heißen Rauch bespült wird, geschmolzen werden muß. Es liegen keine zuverlässigen Berichte über die Vorzüge und Schattenseiten der wenigen in der technischen Literatur bekannt gewordenen Harzgasapparate vor, so daß wir diese mit Hinblick auf die geringe Bedeutung des Harzes als Beleuchtungsmittel näher zu betrachten unterlassen können. Auch über die Ausbeute liegen nur höchst

ungenügende Angaben vor; es sollen aus 1 Pfd. Harz zwischen 10 und 23 Kubikfuß Gas erzeugt werden.

d. **Holzgas.** Unter allen den genannten Materialien hat unbedingt nach 170
den Steinkohlen das Holz die ausgedehnteste Anwendung zur Gasbereitung gefunden. Holz, Torf und Braunkohlen unterscheiden sich von den oben betrachteten Leuchtgasrohmaterialien durch nicht unbeträchtlichen Sauerstoffgehalt. Was Theoretisches über die Erzeugung von Leuchtgas aus Holz zu sagen ist, findet daher auch im Wesentlichen Anwendung auf die Vergasung jener Stoffe, die in der Hauptsache ebenfalls aus Holzfaser bestehen, die jedoch durch Verwesung einige Veränderung in ihrer Zusammensetzung erfuhr.

Vor Pettenkofer war, wenn auch Versuche gemacht wurden, das Holz zum Beleuchten zu gebrauchen, nichts geleistet, was die Aufgabe ihrer Lösung auch nur einigermaßen nahe gebracht hätte. Pettenkofer's erste Versuche wurden im Jahre 1849 vorgenommen. Gegenwärtig bestehen viele Privaten gehörende Holzgasfabriken, und es sind mit Holzgas beleuchtet die Städte Koburg, Würzburg, Darmstadt, Gießen, Zürich, St. Gallen, Schaffhausen, Aarau, Luzern, Regensburg, Landshut, Erlangen, Ulm, Kempten, Linz, Chur, Freiburg in der Schweiz und andere mehr. Dies beweist wohl hinlänglich die Anerkennung, welche der neuen Erfindung zu Theil ward.

Es sind vornämlich drei Grundbedingungen, um die sich die Brauchbarkeit des bei der trockenen Destillation des Holzes gewonnenen Gasgemenges dreht.

Das Holz kann schon bei ungefähr 300° C. in Kohle verwandelt werden. Es sind aber die hierbei erhaltenen Gase zu Beleuchtungszwecken untauglich. Pettenkofer fand ein bei dieser Temperatur erzeugtes Gasgemisch zusammengesetzt aus 54,5 Kohlensäure, 33,8 Kohlenoxyd und 6,6 leichtem Kohlenwasserstoffgas nebst etwas in den Apparat eingedrungener Luft. Von schweren Kohlenwasserstoffen war beinahe nichts in demselben enthalten.

Aber auch die Menge des Gases, die man durch Destillation des Holzes bei niedriger Temperatur erhält, beträgt zu wenig. Es geht hieraus hervor, daß zu Vieles und das zum Leuchten Bestgeeignete in die condensirbaren Bestandtheile, den Theer, eingeht. Wenn dagegen die Gase und Dämpfe, die bei angegebener Temperatur aus dem Holze ausgetrieben wurden, einer bis zur Rothgluth gehenden Hitze ausgesetzt werden, so erzeugen sich namhafte Mengen der stärker leuchtenden Gase. Pettenkofer fand in mehreren Analysen, daß das in dieser Weise bereitete Holzgas durchschnittlich enthalte: 18 bis 25 Proc. Kohlensäure, 40 bis 50 Proc. Kohlenoxyd, 8 bis 12 Proc. Einfachkohlenwasserstoff, 14 bis 17 Proc. Wasserstoff und 6 bis 7 Proc. schwere Kohlenwasserstoffe. Das Gas aus den verschiedensten Holzarten zeigte annähernd gleiche Zusammensetzung.

Nächst dieser ersten Grundbedingung, daß die Holzdämpfe einer höheren Temperatur ausgesetzt werden müssen, um nicht so leicht condensirbare Kohlenwasserstoffe darin hervorzubringen, war die zweite zu erfüllen: die ziemlich beträchtliche Menge Kohlensäure, deren schädliche Wirkung auf das Leuchtvermögen des Leuchtgases oben in der Einleitung dargelegt wurde, zu entfernen. Neue Reinigungsmittel oder neu construirte Reinigungsapparate wurden hierzu nicht angewendet.

In den zahlreichen von dem talentvollen Förderer der Holzgasindustrie, dem Ingenieur L. A. Riedinger von Augsburg, erbauten Fabriken dient trockene Kalkreinigung. Es wird dabei getrachtet, daß die Reiniger eine möglichst große Oberfläche haben, damit das Gas in höchst langsamer Weise durch dieselben hindurchgehe.

Eine dritte sehr wesentliche Forderung, die zu erfüllen war, ist die rechte Ausflußgeschwindigkeit des Gases aus den Brennern. Das Holzgas hat ein höheres specifisches Gewicht als das Steinkohlengas (0,65 bis 0,7), es enthält ferner nicht sehr reichlichen Kohlenstoff. Nach den oben bei den Brennern für Steinkohlengas angegebenen Regeln ist es deshalb nöthig, dasselbe aus weiteren Oeffnungen und mit nicht zu hohem Drucke ausströmen zu lassen.

Der Apparat zur Erzeugung von Holzgas ist gegenwärtig wenig verschieden von demjenigen für Steinkohlengasbereitung. In den ersten Stadien der Pettenkofer'schen Erfindung schloß sich der Destillationsapparat genau der gemachten Beobachtung an, daß die bei nicht zu hoher Temperatur erzeugten Holzdämpfe in der Rothglühhitze in vortheilhafter zusammengesetzte Gase umgewandelt werden. Es wurde das Holz in Retorten zerlegt, die Gase und Dämpfe aber, ehe sie in die Vorlage traten, durch ein System von Zickzackröhren geführt, die im Ofen lagen und zum Rothglühen erhitzt waren. Gegenwärtig dienen ganz die gewöhnlichen Gasretorten (meist gußeiserne), mit dem Unterschiede jedoch, daß sie, nachdem Rothglühhitze eingetreten ist, nur mit einem Drittel Volum des Holzes beschickt werden, das sie zu fassen im Stande wären. Die auf diese Weise rasch ausgetriebenen Dämpfe und Gase finden in dem heißen Raum der Retorte Gelegenheit zu weiterer Zersetzung.

Die Vorlage ist etwas geräumiger als die gewöhnliche der Steinkohlengasfabriken und liegt in einem eisernen mit kaltem Wasser gefüllten Kasten, damit eine größere Menge der den Gasen beigemischten Wasser- und Theerdämpfe da schon condensirt werde. Es ist begreiflich, daß das rohe Holzgas viel mehr Wasserdampf enthalte als das Steinkohlengas, weil der Hauptbestandtheil des Holzes, die Holzfaser, Sauerstoff und Wasserstoff in beträchtlicher Menge und in dem Verhältniß enthält, wie sie Wasser bilden; aus diesem Grunde wird auch die Condensation desselben vollständiger sein müssen als die des Steinkohlengases.

Die Kalkreiniger müssen eine sehr große Oberfläche haben. Bei Anlage einer Holzgasfabrik halte man sich hinsichtlich der Größe der Reiniger jedenfalls an das oben §. 159 bei der Steinkohlengasreinigung durch trocknen Kalk angegebene Maximum der Quadratoberfläche der Reiniger, oder überschreite es eher noch um etwas.

Für den ganzen übrigen Apparat ist alles das gültig, was bei der Steinkohlengasbereitung gesagt ist.

Der Betrieb der Holzgasfabrikation. Ein erstes Erforderniß ist, daß das Holz sehr gut und mit Hülfe künstlicher Wärme getrocknet sei. Es dient in der Regel Tannen- und Kiefernholz. Die Scheite werden nicht zersägt, wohl aber noch gespalten, so daß dieselben einen Querschnitt von nicht mehr als 4 bis 6 Quadratzoll haben. Um das Holz auszutrocknen, werden zuerst größere Vorräthe unter Dach längere Zeit aufgeschichtet, dann im gespaltenen Zustande in eine Trockenkammer

geführt, welche hinter dem Retortenofen liegt und vom Boden aus durch die aus dem Ofen zuerst niederwärts in einen gewölbten Kanal und von da in den Schornstein führenden heißen Gase (den Rauch) erwärmt wird, und in derselben 24 Stunden, am besten auf eiserne Wagen gepackt, belassen. Das Gewicht einer Klafter Holz, welche im lufttrocknen Zustande 17 bis 18 Centner wog, vermindert sich auf 14 bis 14½ Centner nach 24stündigem Aufenthalt in der Trockenkammer.

Es werden so viele Scheite auf eine Blechlade, welche die doppelte Länge der Scheite und die Breite der Retorte hat, gelegt, daß diese etwa 4 bis 5 Zoll hoch in zwei Schichten damit gefüllt ist. Die Lade wird vor die geöffnete Retorte gebracht, was durch zwei Arbeiter, die sie rechts und links an eisernen Griffen fassen, geschieht, und einige Fuß tief horizontal in die Retorte einwärts geschoben. Ein Arbeiter drückt mit einer eisernen Krücke auf die vordere Holzschicht, die beiden niedrigen Holzschichten bewegen sich einwärts in die Retorte, die Lade wird frei und von den beiden Arbeitern, die sie bis jetzt hielten, weggenommen. Der Verschluß der Retorte geschieht wie gewöhnlich, indem der Deckelrand mit Kalkbrei verstrichen wird.

Eine Beschickung beträgt 80 bis 100 Pfd. des künstlich getrockneten Holzes, die Dauer einer Destillation etwa 1½ Stunden. Die Ausbeute an Gas beläuft sich auf 600 bis 650 engl. Kubikfuß für den Zollcentner Kiefernholz. Der mehrmonatliche Durchschnitt bei einer der bedeutenderen Holzgasfabriken betrug 637 Kubikfuß pro Centner Holz.

An Nebenproducten werden erhalten:

1. Holzkohlen; diese betragen zwischen 15 und 17 Proc. vom Gewicht des Holzes.

2. Theer. Sein Gewicht beläuft sich auf 1,6 bis 2 Proc. von dem des trocknen Holzes.

3. Roher Holzessig. Derselbe wird, nachdem er mechanisch möglichst von Theer befreit worden, mit kohlensaurem Kalk aus den Reinigern gesättigt und in flachen eisernen Pfannen unter mehrfachem Abschäumen des Theers abgedampft. Die Pfannen liegen zwischen dem Hauptkamine der Anstalt und dem Retortenofen, und werden durch den Rauch, der in horizontalen Kanälen unter denselben hindurchgeführt wird, geheizt; man erhält von 100 Pfd. der sehr verdünnten brenzlichen sauren Flüssigkeit etwas über 4 Pfd. rohen, gewöhnlich von Theerresten schwarzbraun gefärbten trocknen essigsauren Kalk. Die Ausbeute an letzterem auf 1 Centner Holz beträgt 0,5 bis 0,7 Pfd.

Zum Reinigen bedarf es nach dem, was wir von der Zusammensetzung des Gases erfahren haben, einer nicht unbedeutenden Menge Kalk. Man hat als das Resultat der Erfahrung anzunehmen, daß für je 1000 Kubikfuß Gas 35 bis 40 Pfd. gebrannter ungelöschter fetter Kalk zu rechnen sind.

Bei der Erwägung der Vorzüge und Nachtheile der Holzgasbeleuchtung gegenüber dem Steinkohlengas möchte gerade das letztere, der große Verbrauch an Reinigungsmaterial, eines der wichtigsten Momente gegen das Holzgas bilden. Es sind nicht nur die Kosten für Ankauf und Vorbereitung des Reinigungsmittels nicht unerheblich, die Aufgabe, dasselbe immer in hinreichender Menge und

in guter Beschaffenheit zu erhalten, ist für manche Etablissements keine leichte. Da die Leuchtkraft des Gases schon durch einige Volumprocente Kohlensäure wesentlich geschwächt wird, muß die Sorgfalt bei Reinigung eines so kohlensäurereichen Gases verdoppelt werden.

Die Menge Gas, die man, bezogen auf ein gewisses Gewicht Rohmaterial, erhält, gestaltet sich für die Holzgasfabrikation nicht ungünstig, es wird sogar nur aus den besseren Gaskohlen ebensoviel Gas gewonnen. Die Leuchtkraft des gut gereinigten Holzgases steht der des Steinkohlengases keineswegs nach, sie ist eher höher anzunehmen. Wenigstens läßt sich aus photometrischen Versuchen von v. Liebig und v. Steinheil in München das Resultat entnehmen, daß das Holzgas des Münchner Bahnhofs und das städtische Steinkohlengas sich hinsichtlich ihrer Leuchtkraft wie 6 : 5 verhalten. Das Holzgas hat den sehr bedeutenden Vorzug, daß es ganz schwefel- und ammoniakfrei ist. Den Hauptausschlag in der Frage: ob an einem gegebenen Orte Holzgas- oder Steinkohlengasbeleuchtung vorzuziehen sei, geben natürlich die Holz- und Steinkohlenpreise. Man hat vielfache Berechnungen hierüber angestellt und als deren Resultat den Satz aufgestellt, daß das Holzgas überall da vollständig concurrenzfähig gegen das Steinkohlengas sei, wo der Centner des zur Vergasung geeigneten Tannen- oder Kiefernholzes nicht höher zu stehen komme als der Centner Gaskohlen. Wie alle derartigen Normen ist auch diese nicht sehr präcis, immerhin aber giebt sie Anhaltspunkte zur Calculation. Richtig ist, daß es noch ziemlich viele Gegenden giebt, in welchen nach dem Gesagten das Holz als Beleuchtungsmaterial den ökonomischen Vorrang behauptet; Thatsache ist es aber auch, daß bei den steigenden Holzpreisen gegenüber den Verbesserungen in den Verkehrsmitteln und der dadurch herbeigeführten Preisermäßigung für Steinkohlenankauf auch an Orten, die fern von den Kohlenwerken liegen, die Chancen für das Holzgas geringer, für das Steinkohlengas besser werden.

171 **Torfgas.** Im Betrieb stehende Torfgasanstalten dürfte es nur wenige geben. Die Berichte, welche über Torfgasbereitung vorliegen, sind meist aus Versuchen geschöpft, welche in anderen Gasfabriken vorgenommen wurden. Als sehr eigenthümlich muß dabei das erscheinen, daß, trotz der im Ganzen günstigen Resultate, die man gewann, dennoch die Torfgasfabrikation noch so wenig Boden gefaßt hat, da das Rohmaterial doch wohl an sehr vielen Orten unvergleichlich billiger zu stehen kommt, als Holz und Steinkohlen.

Wir theilen hier die Hauptresultate der zur Oeffentlichkeit gelangten Versuche mit.

Man erhielt in Wien in der Holzgasfabrik der k. k. Irrenanstalt als Mittel von 10 Versuchen und mit Ladungen von 56 bis 70 Pfd. Torf, der gut lufttrocken in die Fabrik gebracht, dann aber beim Retortenofen noch schärfer ausgetrocknet wurde und dabei 14 Proc. an Gewicht verlor, aus 1 Centner Wiener Gewicht 510 Kubikfuß Gas. Dies beträgt für den Zollcentner Torf 507 engl. Kubikfuß Gas.

Ferner lieferte der Centner Torf noch 44 bis 45 Proc. guten Torfcoke. Es konnten im Tage 16 Ladungen, à 60 Pfd. abgetrieben werden. Die Leuchtkraft

des Productes ist in unserer Quelle nicht präcis genug angegeben, doch wird sie als vorzüglich geschildert.

Versuche in Lambach ergaben, mit einem Torf angestellt, dessen Gewicht von 800 Pfd. auf 680 Pfd. sank, nachdem er in der Nähe des Retortenofens scharf getrocknet worden war: 28,97 Torfkohle, 2,5 Theer, 27,94 ammoniakalisches Wasser, 470 Wiener Kubikfuß Gas für den Wiener Centner. Dies beträgt für den Zollcentner 468 engl. Kubikfuß Gas. Seine Leuchtkraft im gereinigten Zustande soll sich zu der des gereinigten Holzgases wie 1,65 : 1 verhalten haben.

Versuche in Salzburg lieferten die nachstehenden Ergebnisse:

Der lufttrockne Torf ließ nach dem Erwärmen beim Retortenofen 88,6 Proc. Von diesem erhielt man pro Wiener Centner 496 engl. Kubikfuß Gas. Dies beträgt für den Zollcentner Torf 443 engl. Kubikfuß.

Es wurden ferner 43,3 Proc. vorzügliche Torfkohle, 6,7 Proc. Theer und 24 bis 25 Proc. ammoniakalisches Wasser erhalten. Angaben über die Leuchtkraft fehlen.

In ausgedehnterem Maße sind von Reißig in der Holzgasfabrik zu Regensburg Versuche mit Torf aus der Nähe von München angestellt worden.

Er gewann in 9 Tagen durchschnittlich aus 1 baier. Centner Torf 436 baier. Kubikfuß Gas, das beträgt für den Zollcentner 339 engl. Kubikfuß. Die übrigen Producte waren 4 bis 5 Proc. Theer und 15 bis 20 Proc. ammoniakalisches Wasser.

In Uetersen in Holstein befindet sich eine Torfgasfabrik; es wurde in einem 5monatlichen Betriebe aus dem Hamburger Centner scharf getrockneten Torfs durchschnittlich 585 Hamb. Kubikfuß Gas gewonnen. Dies beträgt für den Zollcentner Torf 565 engl. Kubikfuß Gas.

Auch hier wurde die Beobachtung gemacht, daß bei einer Beschickung von 80 Pfd. $1\frac{1}{2}$ Stunden wohl ausreichen zur Beendigung des Processes.

Man beobachtete in Uetersen ferner, daß zur Production von 86154 Kubikfuß Gas 8480 Pfd. Steinkohlen- und Torfcoke gebraucht wurden, in runder Zahl 1 Pfd. dieses Brennmaterials für 10 Kubikfuß Gas.

Bei allen vorerwähnten Versuchen ist leider ein sehr wichtiges Element ganz außer Acht gelassen, der Verbrauch an Kalk zur Reinigung des Gases. Es finden sich auch keine Angaben über den Kohlensäuregehalt des rohen Gases. Bei einem Versuche in Bayreuth sollen zur Reinigung von 1000 Kubikfuß Torfgas 41 Pfund gebrannter Kalk gebraucht worden sein, was freilich noch etwas mehr ist als das Holzgas erfordert. Vielleicht ist dies in den meisten Berichten verschwiegene Moment die Ursache der geringen Verbreitung der Torfgaserzeugung.

Das gereinigte Torfgas hat eine Zusammensetzung, die es als ein treffliches Leuchtgas erscheinen läßt. Reißig fand:

	A. mit gewöhnlichem Torf bereitet	B. mit vorzüglichem Torf bereitet
Schwere Kohlenwasserstoffe	9,52 Proc.	13,16 Proc.
Leichter Kohlenwasserstoff	42,65 »	33,00 »
Wasserstoff	27,50 »	35,18 »
Kohlenoxyd	20,33 »	18,34 »
Kohlensäure, Schwefelwasserstoff, Stickstoff	— »	Spuren »

172 Ueber **Braunkohlengaserzeugung** ſind die Berichte noch unvollkommener als über Torfgas, wohl weil das Material ein ſelteneres iſt.

Bei der ſehr großen Verſchiedenheit der Zuſammenſetzung der Braunkohlen, namentlich hinſichtlich des Verhältniſſes von Kohlenſtoff und Waſſerſtoff zum Sauerſtoffgehalt, mußten größere Reihen von Verſuchen mit verſchiedenen Braunkohlenſorten vorliegen, um aus denſelben eine Folgerung ziehen zu können.

		C	H	O	
Es enthält z. B. eine Braunkohle	A.	60,0	4,56	25,43	Proc.
	B.	52,8	4,99	15,67	»

abgeſehen vom Aſchengehalt. In B. alſo einen ſehr beträchtlichen Ueberſchuß an Waſſerſtoff verglichen mit A., wenn man von den beiden Waſſerſtoffprocentgehalten denjenigen abzieht, der nöthig iſt, um mit dem Sauerſtoff Waſſer zu bilden.

Wir wollen trotzdem die Reſultate eines mit Salzhauſer Kohle in der Gasfabrik zu Gießen angeſtellten Verſuches mittheilen.

Es lieferten bei 5ſtündiger Deſtillation 100 Pfd. Kohle 317 engl. Kubikfuß Gas in einem erſten, und 317 engl. Kubikfuß in einem zweiten Verſuch. Es blieben im erſten Verſuch 36,4, im zweiten 32 Proc. ſchwarzen Rückſtands, der ſich im Schmiedeſſenfeuer als ſehr brauchbar hinſichtlich ſeiner Hitzeerzeugungsfähigkeit erwies, dagegen das Feuer bald ſtark verſchlackte.

Die Gasausbeute iſt alſo beträchtlich geringer als bei Holz oder Torf. Die Leuchtkraft des gereinigten Braunkohlengaſes zeigte ſich gleich derjenigen des Holzgaſes. Angaben über den Gehalt an ſchwefelhaltigem Gas im rohen Gaſe fehlen leider.

Ueber die Leiſtungen der verſchiedenen Beleuchtungsmittel, und die Methoden zur Beſtimmung ihres Werthes.

173 Es giebt kein abſolutes Maß für die Menge Licht, welche von einer Flamme ausgeſtrahlt wird; die Unterſuchung auf den Nutzeffect der Beleuchtungsmittel kann daher nur eine vergleichende ſein. Die *Güte* oder *Leiſtung* eines Beleuchtungsmaterials nennt man ſeine *Leuchtkraft*, ſie hängt offenbar von zwei Momenten ab, 1. von der *Menge* oder *Stärke des Lichtes*, die es liefert, 2. von dem *Verbrauch* deſſelben in einer beſtimmten Zeit. Beide Werthe werden auf irgend einen als Einheit dienenden Leuchtſtoff bezogen. Die *Leuchtkraft* ſteht daher im geraden Verhältniß zur Lichtſtärke, und im umgekehrten zum Stoffverbrauch, ſie iſt *gleich* der *Lichtſtärke dividirt durch den Materialverbrauch*.

Die letztere Größe, der Verbrauch an Leuchtmaterial, wird gefunden bei feſten und flüſſigen Beleuchtungsmitteln durch Abwägen deſſelben und Wiederwägen nach einer gewiſſen gemeſſenen Dauer des Brennens. Der Verbrauch an Gas wird durch die Gasuhr gemeſſen.

Die *Lichtſtärke* oder *Intenſität* wird beſtimmt durch Inſtrumente, die man *Photometer* nennt. Zur Erläuterung des Princips, nach welchem die Angaben der Photometer zum Behuf der Lichtſtärkemeſſung verwerthet werden, diene Folgendes: Man denke ſich eine hohle Pyramide, in der Spitze derſelben einen leuchtenden Körper, der einen von den Wänden der Pyramiden begränzten

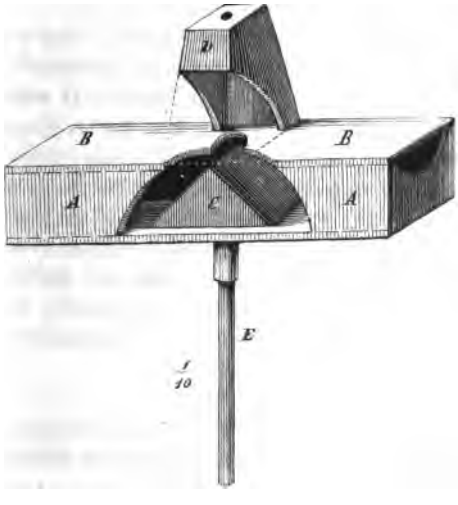
Lichtbüschel in das Innere derselben wirft. Die Basis der Pyramide sei beweglich, d. h. verschiebbar gegen die Spitze hin oder von dieser hinweg. Nehmen wir an, die am Perpendikel gemessene Entfernung der Basis von der Spitze sei in einem gegebenen Falle gleich 1, in einem andern gleich 2. Wir haben also zwei Pyramiden von gleicher Neigung der Wände, deren eine doppelt so hoch ist als die andere. In beiden Fällen ist die Lichtmenge, die auf die Basis fällt, ganz gleich groß. Es ist aber ein geometrischer Lehrsatz, daß die Größen der Grundflächen sich verhalten wie die Quadrate der Entfernung von der Spitze. Wenn daher die Oberfläche der Basis der kleineren Pyramide gleich 1 ist, so ist die der größeren gleich 4. Fällt auf eine Fläche von beispielsweise einem Quadratfuß ganz die nämliche Lichtmenge wie auf eine Fläche von 4 Quadratfuß, so ist ein einzelnes Flächenstück der ersteren vierfach stärker beleuchtet, als ein ebenso großes Flächenstück der letzteren. Es leitet sich auf diese Weise der Lehrsatz ab, daß die Lichtintensitäten sich umgekehrt wie die Quadrate der Entfernungen von dem Lichtquell verhalten.

Die Lichtintensitäten zweier Lichtquellen, die ungleich sind, lassen sich dem Grade nach nur dadurch vergleichbar machen, daß man die Entfernungen derselben von einer das Licht auffangenden Wand so lange verändert, bis die Einwirkungen beider gleich sind, und dann die Entfernungen mißt und ins Quadrat erhebt. Die sich ergebenden Zahlen drücken das relative Verhältniß der Lichtintensitäten aus.

Die directeste Anwendung dieses Lehrsatzes ist in der Construction eines 174
Photometers von Ritchie versucht.

Es ist AB, Fig. 226, ein längliches, innen und außen geschwärztes Holzkästchen, an beiden Enden mit halbkreisförmigen Oeffnungen versehen. C ist ein Prisma mit weißem Papier überzogen, D eine auf dem Deckel BB angebrachte abgestumpfte Pyramide, in deren oberer Fläche eine kleine Oeffnung angebracht ist. In dem Deckel BB ist eine etwas größere Oeffnung, die beiden sind senkrecht über einander und so angebracht, daß die obere Kante von C in deren Durchmesser fällt. Die zu vergleichenden Flammen stehen so, daß sie durch die seitlich angebrachten halbkreisförmigen Oeffnungen hindurch das Prisma C bescheinen. Man rückt auf einem horizontalen Brett die eine der Flammen so lange, bis die beiden Flächen

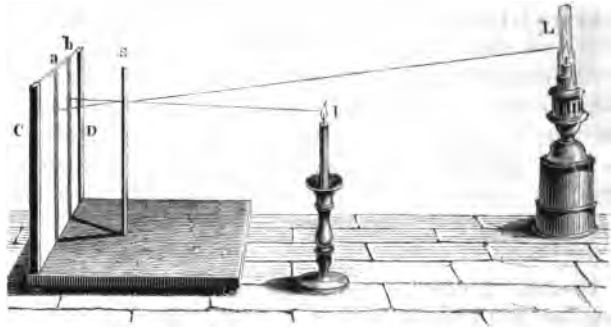
Fig. 226.



von *C*, durch die Oeffnung bei *D* gleichzeitig beſehen, ganz gleich hell erleuchtet erſcheinen. Dies Inſtrument kann auf einen hohen Grad von Genauigkeit nicht Anſpruch machen, namentlich dadurch werden Täuſchungen leicht veranlaßt, weil die Flammen, die zu vergleichen ſind, häufig verſchiedene Färbung zeigen (mehr bläulich, gelblich oder röthlich), was auch auf den beiden reflectirenden Flächen ſichtbar wird und eine ſcharfe Vergleichung ſehr erſchwert.

175 Das Photometer von Rumford beruht auf dem Umſtande, daß ein von zwei entfernt von einander ſtehenden Flammen beleuchteter Gegenſtand zwei Schatten wirft, die nicht gleich tief ſind, wenn die Einwirkung der beiden Flammen auf die die Schatten auffangende Wand nicht ganz gleich iſt. Es ſei *CD*, Fig. 227,

Fig. 227.

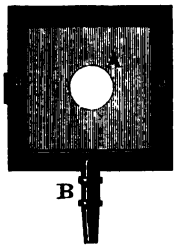


eine weiße Wand, von welcher in der Entfernung einiger Zolle der ſenkrechte berußte dünne und runde Eiſenſtab *s* ſteht. *I* ſei der eine, *L* der andere Lichtquell. Die beiden Lichte werden ſo geſtellt, daß die zwei Schatten *a* und *b* des Stabes *s* nicht zuſammen, aber auch nicht weit von einander auf die Wand *CD* fallen. Es wird dann das ſtärkere Licht ſo weit von der Wand *CD* hinweggeſchoben, bis die beiden Schatten *a* und *b* gleich tief ſind, d. h. bis der Schatten *a* vom Lichte *L* ſo ſtark erleuchtet wird, als der Schatten *b* vom Lichte *I*. Man beobachtet gewöhnlich in möglichſt ſenkrechter Richtung auf die Wand *CD* von der Seite blickend, auf welcher ſich die Lichte befinden, ob dies der Fall iſt. Etwas genauer erkennt man aber die vollkommen gleiche Tiefe der Schatten, wenn man die Wand *CD* aus durchſcheinendem weißen Papier macht und ſich hinter dieſelbe ſtellt, und mit Hülfe eines Lichtes, das man nähert und entfernt, beobachtet, ob beide Schatten ganz gleichzeitig verſchwinden beim Entfernen, und wieder ſichtbar werden beim Nähern des Lichtes.

176 Das Photometer von Bunſen iſt in verſchiedenen Modificationen ausgeführt worden; zur Beſtimmung der Leuchtkraft des Gaſes dient gewöhnlich diejenige, welche Wright demſelben gegeben hat. Man kann indeſſen das nämliche Inſtrument auch zur Lichtſtärkebeſtimmung von Kerzen, Lampen u. ſ. w. gebrauchen.

Die Stäbe SS', Fig. 228 (a.f.S.), sind auf einem 10 bis 12 Fuß langen schmalen Tische festgeschraubt, sie tragen die Schiene oo', die 8 bis 9 Fuß lang ist. Auf diese Schiene ist ein Maßstab aufgetragen, dessen Eintheilungsprincip wir unten erörtern werden; es befindet sich ferner darauf auf einem Schlitten beweglich ein vertical und auf der Richtung der Schiene senkrecht stehender Papierschirm, dessen Klapprahm von Holz oder Blech gemacht ist, Fig. 229. Dieser Schirm wird bis auf eine kreisrunde Stelle A in der Mitte, welche man mit einem Geldstück bedeckt hält, mit einer Lösung von Wallrath in Benzin getränkt, indem man diese mit einem Läppchen wiederholt einreibt, so daß er mit Ausnahme von A transparent wird. Am hinteren Theile des Rahmens ist durch ein Charnier ein Doppelspiegel befestigt. Die beiden ebenen Glasflächen stehen gegen einander in einem Winkel von 90°, so daß jede in einem Winkel von 45° gegen den Schirm geneigt ist. Sieht man gleichzeitig in die beiden Spiegel, so erblickt man die beiden Flächen des Schirmes darin reflectirt.

Fig. 229.



Bei der gewöhnlichen Einrichtung ist rechts bei S' eine Hülse für die Normalkerze, und links bei S ist der Gasbrenner auf ein Rohr aufgesteckt, in das aus einer genauen Gasuhr, deren Einrichtung näher zu beschreiben ist, das zu untersuchende Gas strömt.

Angenommen, die Gasflamme und die Kerzenflamme haben ganz gleiche Lichtstärke, so wird die nicht transparente Stelle des Schirms auf beiden Seiten weder dunkler noch heller als die transparenten Stellen erscheinen, wenn der Schirm von beiden Flammen ganz gleich weit entfernt ist. Die nicht transparente Stelle des Schirms wird aber auf der Seite von S dunkler erscheinen, wenn der Schirm gegen S' gerückt wird, und umgekehrt. Sind die beiden Flammen ungleich stark, so wird der Schirm so lange nach rechts oder links gerückt, bis auf beiden Seiten die mittlere Stelle des Papiers sich nicht mehr von der transparenten Fläche unterscheiden läßt. Werden die Entfernungen des Schirms von beiden Flammen gemessen und ins Quadrat erhoben, so erhält man die relativen Lichtstärken der beiden Beleuchtungsmittel. Um das Erheben ins Quadrat zu ersparen, ist der Maßstab auf der Schiene oo' gleich so eingetheilt, daß die Zahlen direct die Lichtstärken angeben.

Es sei der Schirm, d. h. die Entfernung der beiden in Vergleichung zu nehmenden Lichtquellen gleich 10 Fuß oder 100 Zoll. Steht der Schirm bei ganz gleicher Beleuchtung seiner beiden Flächen genau in der Mitte, also von der Normalflamme 50 Zoll entfernt, so ist die Lichtstärke des zu vergleichenden Lichtes gleich 1. In der Mitte der Schiene steht daher die Ziffer 1, auf welche der Zeiger unten am Schlitten bei genannter Stellung des Schirmes weist.

Ist die Lichtstärke des zu prüfenden Lichtes gleich 2, so steht der Schirm 41,42 Zoll vom Normallicht und 58,58 Zoll von der stärkeren Flamme entfernt, denn

$$41{,}42^2 : 58{,}58^2 = 1715{,}6 : 3431{,}6 = 1 : 2;$$

bei der Stelle, die 41,42 Zoll vom Normallicht entfernt ist, steht daher die Zahl 2 u. s. w.

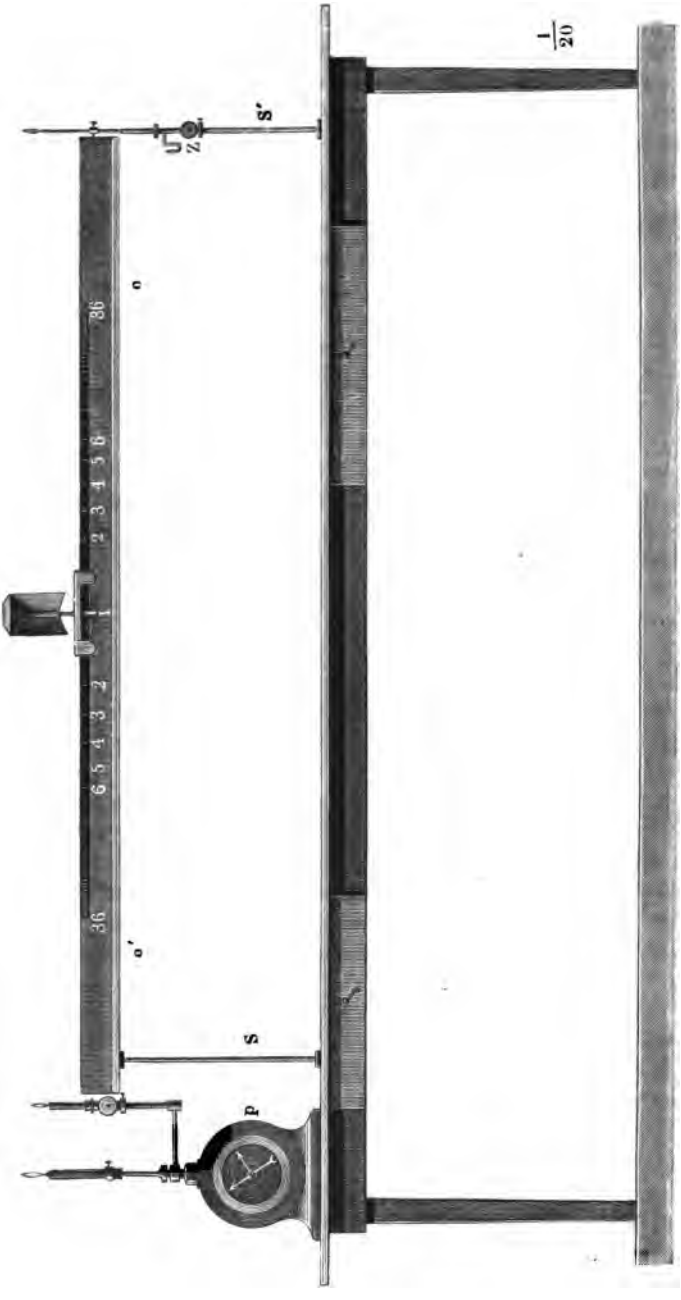


Fig. 228.

Die nachstehende Tafel enthält die Differenzen von dem Normallicht, bei welchen der Schirm stehen muß, um die nebenstehenden Lichtstärken von 1 bis 25 anzugeben, wenn die ganze Entfernung zwischen beiden Flammen gleich 100 ist.

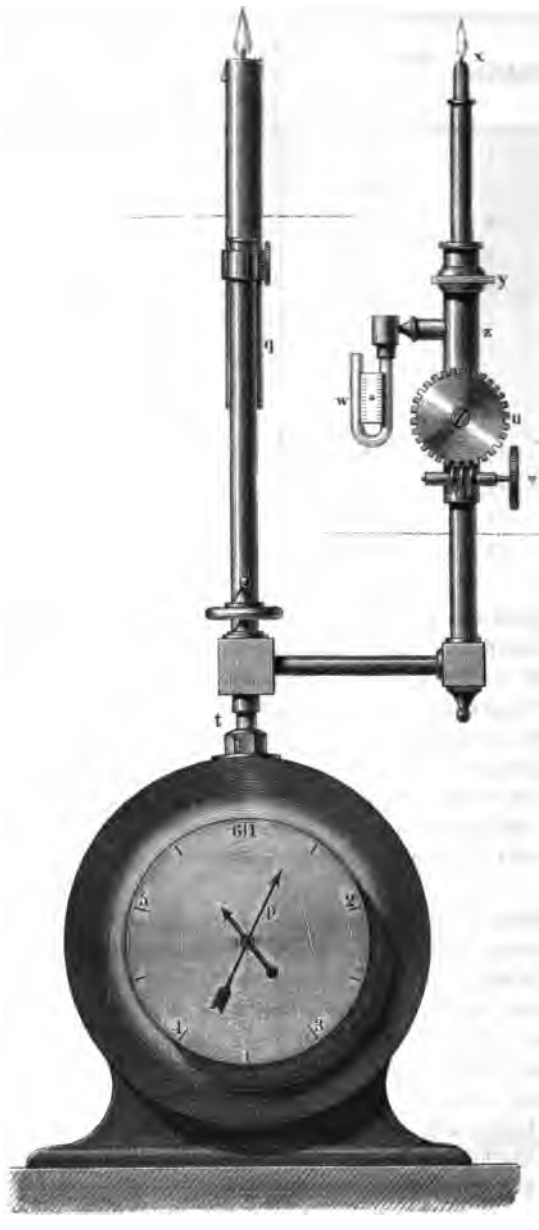
Lichtstärke	Entfernung vom Normallicht	Lichtstärke	Entfernung vom Normallicht
1	50	14	21,09
2	41,42	15	20,52
3	36,60	16	20,00
4	33,33	17	19,52
5	30,90	18	19,08
6	28,99	19	18,66
7	27,43	20	18,28
8	26,12	21	17,91
9	25,00	22	17,57
10	24,03	23	17,25
11	23,17	24	16,95
12	22,40	25	16,67
13	21,71		

Die Vergleichung der beiden Flammen soll nur in dem Momente geschehen, wenn die Normalflamme (gewöhnlich eine Kerze) den höchsten Grad der Helle, oder, wie es oft Vorschrift ist, eine bestimmte Höhe erreicht hat. Es ist bekannt, daß je nach der Länge und Reinheit des Dochtes alle Kerzen eine wechselnde Helle zeigen. Nicht nur ist es zeitraubend, immer den günstigsten oder vorgeschriebenen Zustand der Flamme abzuwarten, sondern es wird auch oft das ganz übersehen, und gemessen, wenn der Docht wieder etwas verrußt ist u. s. w., so daß schon aus diesem Grunde viele Unsicherheit in das Messungsverfahren kommt. Als eine Verbesserung ist daher die Construction des Photometers anzusehen, die in Fig. 228 dargestellt ist.

Auf der Seite S', wo sich sonst die Normalkerze befindet, ist ein Gasleitungsrohr und ein kleiner Strahlbrenner angebracht. Die Normalkerze ist auf der Seite S. Fig. 230 und Fig. 231 (s. S. 302 u. 303) werden ihre Stellung deutlicher machen. p ist die Gasuhr, das Abzugsrohr für das Gas ist auf der Uhr wie gewöhnlich bei t angebracht. Dies Rohr steckt in einer gut schließenden Stopfbüchse, und ist darin drehbar. Einige Zolle über der Uhr ist ein messingener Ellenbogen, dessen beide Arme ganz gleich lang sind, angebracht, welcher sich in der horizontalen Ebene drehen kann. Der eine Arm ist hohl und mündet in einen senkrechten Theil, der den Gasbrenner, einen Hahn u mit Mikrometerschraube v zum genaueren Reguliren des Gasausflusses und ein Manometer w, um den Druck des strömenden Gases zu messen, trägt. Es ist außerdem ein Hahn y daran angebracht,

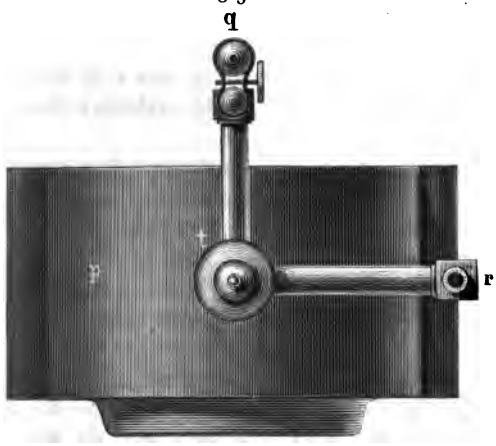
um das Gas ganz abſperren zu können. Der andere Arm trägt eine verticale Hülſe für die Normalkerze. Bei Beginn des Verſuchs wird der Hahn *y*, Fig. 230,

Fig. 230.



geschlossen gehalten, die Normalkerze angezündet und der Arm *q*, der in Fig. 231, dem Grundriß der Uhr und des Ellenbogen, am deutlichsten sichtbar ist, an die Schiene *o'* angelegt. Der Strahlbrenner bei *S* wird auch angezündet, und sobald die Kerzenflamme ihre günstigste oder vorgeschriebene Höhe hat, wird an dem durch Mikrometerschraube drehbaren Hahn *Z* Fig. 228 so lange probirt, bis diese Gasflamme ganz genau die Lichtstärke der Normalkerze zeigt, d. h. bis der Schirm bei 1 stehend auf beiden Seiten ganz gleich erscheint. Ist der Druck, den das Gas erhält, während der Dauer des Versuchs nicht veränderlich, so behält man eine Flamme von ganz gleichbleibender Stärke. Am Manometer bei *w* kann man sehen, ob Veränderungen im Druck stattfinden. Die Kerze wird gelöscht und nun werden die Versuche ganz in der gewöhnlichen Weise ausgeführt.

Fig. 231.



Die Gasuhr *p* hat eine von der gewöhnlichen etwas abweichende Einrichtung. Dieselbe muß genau gearbeitet sein, und es ist ein zweites Zeigerwerk daran angebracht, das vermöge starker Uebersetzungen mit viel stärkerer Geschwindigkeit umläuft, als das Schauzelwerk. Dieser zweite Zeiger giebt die Anzahl Kubikfuß an, die bei einer Beobachtung von einer Minute Dauer in einer Stunde durch die Uhr gehen. Es ist, um den Anfang und das Ende der Beobachtungszeit genau messen zu können, deshalb neben der Gasuhr ein Secundenzähler nothwendig.

Wesentlich bei Versuchen mit dem Photometer ist, daß die Wände des Zim- 177
mers so wenig als möglich Licht reflectiren, dieselben sind deshalb dunkel anzustreichen. Unübersteigliche Schwierigkeiten boten bis jetzt bei allen photometrischen Versuchen die Wahl einer passenden Einheit, auf welche die verglichenen Flammen zurückzuführen sind. Gewöhnlich bedient man sich hierzu einer Kerze, und zwar in Deutschland meist einer Wachs- oder Stearinkerze, in England der Wallrathkerzen. Die Anzahl Kerzen, die auf 1 Pfd. gehen, die Verschiedenheit des Civilpfundes in verschiedenen Ländern, der Gebrauch, ob man das Netto- oder Bruttopfund zu verstehen habe, endlich wenn auch alle diese Schwankungen beseitigt sind, das Verhältniß der Dicke zur Länge der Kerzen und andere influirende Umstände sind bei den vorhandenen Versuchen der Lichtstärkemessung selten genau genug angegeben, um eine Versuchsreihe mit der eines anderen Experimentatoren in recht genaue Vergleichung nehmen zu können.

Die Uhrlampe als Einheit begegnet einigen der angegebenen Schwierigkeiten, keineswegs aber allen. Ist auch die Weite des Dochtes genau bestimmt

und der ſtündliche Conſum ebenfalls, ſo hängt Größe und Helligkeit der Flamme jedenfalls noch ab von der Weite und Stellung des Zugglaſes, und letztere von der Art und dem Grade der Reinigung des Oeles. Die Lampen zeigen überdies bei längerem Brennen eine ſtetige Helligkeitsabnahme.

178 Es iſt, nachdem die Lichtſtärke photometriſch gefunden iſt, noch a. die Leuchtkraft, b. der Leuchtwerth zu ermitteln, um ein eigentlich praktiſches Reſultat zu erzielen.

Wie dies zu geſchehen hat, wird am beſten durch ein Beiſpiel klar gemacht:

a. Eine Kerzenflamme gebe die Lichtſtärke = 1
b. eine Moderateurlampe » » » = 4
c. eine Gasflamme » » » = 10

Es betrage der Conſum in einer Stunde

von a. . . . . 16 Gramm
» b. . . . . 48 »
» c. . . . . 4 Kubikfuß.

Es verhält ſich daher die Leuchtkraft von a. : b. = $^1/_{16} : {}^4/_{48} = 3 : 4$.

Die Leuchtkraft von c. iſt mit a. und b. nicht vergleichbar, weil ein anderes Maß für den Conſum genommen werden muß.

Es ſeien aber die Preiſe der drei Beleuchtungsmittel folgende:

100 Gramm von a. koſten 20 Centimes, Pfennige ꝛc.
100 » » b. » 18 » »
100 Kubikfuß » c. » 90 » »

Die Beleuchtungskoſten abgeſehen von der Lichtſtärke pro Stunde ſind dann

von a. $\frac{16 \times 20}{100} = 3{,}20$ Centimes oder Pfennige
von b. $\frac{48 \times 18}{100} = 8{,}64$ » » »
von c. $\frac{90 \times 4}{100} = 3{,}60$ » » »

Techniſch ſind dieſe letzten Ziffern völlig bedeutungslos, nichtsdeſtoweniger ſind ſie in den Bedürfniſſen des täglichen Lebens nicht ohne Werth. Bei beſcheidenen Anſprüchen an die Stärke des erzeugten Lichtes drängt ſich die Frage oft ſehr in den Vordergrund, was koſtet die Beleuchtung? Häufig iſt die wohlfeilere, abgeſehen von dem Effect, die vorgezogene. Wenn z. B. auch die Leuchtkraft der Moderateurlampe b. größer iſt als die der Kerzenflamme a., ſo giebt es doch Fälle genug, in welchen letztere, weil ſie ein ausreichendes, wohlfeileres Licht giebt, den Vorzug verdient.

Aus den drei Elementen, der Lichtſtärke, dem Conſum und dem Preis der Beleuchtungsmittel, können noch zwei andere Ausdrücke geſucht werden, die für die Praxis von Werth, ja ſo zu ſagen die Zielpunkte der ganzen Unterſuchung ſind.

Man hat nämlich noch zu fragen 1. nach den Beleuchtungskoſten bei gleichen Effecten und 2. nach dem Leuchtwerth, d. h. der Lichtmenge, die bei gleichem Koſtenaufwand hervorgebracht wird.

Die Beleuchtungskosten bei gleichem Effect werden gefunden, wenn man die zuletzt gefundenen Werthe, d. i. die Beleuchtungskosten, ohne Rücksicht auf den Effect durch die Lichtstärken dividirt; man hat also

$$\text{für a. } \frac{3{,}20}{1} = 3{,}200$$
$$\text{» b. } \frac{8{,}64}{4} = 2{,}160$$
$$\text{» c. } \frac{3{,}60}{10} = 0{,}360$$

d. h. wenn eine gewisse Menge Licht, mit dem Material a. hervorgebracht, 3,2 Pfennige, Centimes u. s. w. kostet, so kostet die gleiche Lichtmenge aus c. 0,36 Pfennige, Centimes u. s. w.

Der Leuchtwerth, d. h. die Lichtmenge, die bei ganz gleichen Kosten hervorgebracht wird, wird in folgender Weise aus den obigen Werthen abgeleitet.

Es sei

$$\text{der Leuchtwerth von a. . . } = 1$$
$$\text{so ist der für b. . } = \frac{3{,}20}{2{,}16} = 1{,}48$$
$$\text{und der für c. . } = \frac{3{,}20}{0{,}36} = 8{,}8$$

d. h. es verhalten sich, wie begreiflich, die Beleuchtungskosten bei gleichen Effecten umgekehrt wie die Effecte bei gleichen Kosten

$$2{,}16 : 3{,}20 = 1 : 1{,}48$$
$$0{,}36 : 3{,}20 = 1 : 8{,}8$$
$$0{,}36 : 2{,}16 = 1{,}48 : 8{,}8$$

Zur Werthermittelung von Leuchtgasen dient häufig die Bestimmung ihres 179
specifischen Gewichtes.

Diese Methode ist, vorausgesetzt, das specifische Gewicht eines Gases lasse sich schnell und genau genug ermitteln, immerhin nicht frei von Fehlern, die dem Princip zugeschrieben werden müssen, bei der Schwierigkeit einer chemischen Analyse des Leuchtgases und der Mangelhaftigkeit der photometrischen Methoden ist sie indessen sehr beachtenswerth.

Daß diese Methode, welche nur den Sinn haben kann, daß das höhere specifische Gewicht auf größeren Gehalt an schweren Kohlenwasserstoffen schließen lasse, zu falschen Schlüssen führen könne, geht aus Folgendem hervor.

Das Leuchtgas besteht im Wesentlichen aus

Wasserstoffgas, specifisches Gewicht . . .	= 0,0692
Sumpf- oder Grubengas, specif. Gewicht	= 0,5528
Oelbildendes oder Elaylgas » »	= 0,9675
Kohlenoxyd » »	= 0,9675

Die übrigen gas- und dampfförmigen Körper influiren ihrer geringen Menge wegen nicht stark auf das specifische Gewicht des Leuchtgases.

Ein Gasgemenge, das viel Kohlenoxyd enthält, kann nach Obigem als ebenso

ſchwer erſcheinen, als ein elaylreiches Gas, müßte alſo als ebenſogut angeſehen werden, als letzteres, was doch keineswegs der Fall iſt.

Zwei von Frankland unterſuchte Leuchtgasarten aus Newcaſtle-Kohlen erzeugt, hatten folgende Zuſammenſetzung und ſpecifiſches Gewicht:

Specif. Gewicht	Elayl- und Ditetrylgas	Kohlenoxydgas	Grubengas	Waſſerſtoffgas
a. 0,4152	0,0694	0,1250	0,1808	0,0350
b. 0,3761	0,0699	0,0718	0,1940	0,0359

Während die ſchweren Kohlenwaſſerſtoffe, das Grubengas und Waſſerſtoffgas, in beiden in beinahe gleicher Menge vorkommen, ſinkt in b. der Kohlenoxydgasgehalt beträchtlich, und mit ihm das ſpecifiſche Gewicht.

Fig. 232.

Nichtsdeſtoweniger hat man eine unverkennbare Correſpondenz der ſpecifiſchen Gewichte und der Leuchtkraft in größeren Reihen von Unterſuchungen gefunden, was nur ſoviel heißen kann, daß die Dichtigkeitszunahme weſentlich von der Zunahme der ſchweren Kohlenwaſſerſtoffe abhängt.

Der zweckmäßigſte Apparat iſt der von Bunſen angegebene, welcher für techniſche Zwecke von Schilling (Fig. 232) etwas modificirt wurde. Derſelbe gründet ſich auf den phyſikaliſchen Lehrſatz: daß beim Ausſtrömen zweier Gaſe aus engen Oeffnungen in dünner Platte ſich deren Ausflußgeſchwindigkeiten umgekehrt wie die Quadratwurzeln aus ihren Dichtigkeiten verhalten. Wenn alſo die Dichtigkeit eines Gaſes umgekehrt proportional iſt dem Quadrat der Ausflußgeſchwindigkeit, ſo iſt ſie direct proportional dem Quadrat der Zeit, die zu ſeinem Ausſtrömen gebraucht wird.

Es ſei z. B. die Zeit, die zum Ausſtrömen eines gewiſſen Volumens atmoſphäriſcher Luft nöthig iſt = 260 Secunden, die zum Ausſtrömen eines Leuchtgaſes = 200 Secunden, ſo iſt, wenn 1 das ſpecif. Gewicht der Luft, x das ſpecif. Gewicht des Leuchtgaſes, $260^2 : 200^2 = 1 : x$ $= 67600 : 40000 = 1 : 0{,}591$.

Es ist aber noch für den Fall, daß das Leuchtgas eine andere Temperatur als die Luft hatte, eine Correctur anzubringen.

T sei das Volumen der Gase bei gleicher Temperatur gedacht. Das Leuchtgas wird aber bei einem veränderten Temperaturstande von $\pm t^0$ C. das Volum $1 \pm t^0 \times 0{,}00367$ einnehmen.

Die Correctur ist in folgender Weise einzuführen:

$$67600 \times (1 \pm t^0 \times 0{,}00367) : 40000 = 1 : x.$$

Es sei $t^0 = + 5^0$ C., so ist im obigen Beispiel $67600 \times (1 + 5 \times 0{,}00367) : 40000 = 1 : x$, das ist $68840 : 40000 = 1 : 0{,}581$.

Der Apparat von Schilling besteht aus einer cylindrischen Glasröhre A von $1^1/_2$ Zoll innerem Durchmesser und 18 Zoll Länge. Das obere Ende derselben ist in einen Messingdeckel eingekittet, durch welchen das Einströmungsrohr a einmündet, und der in seiner Mitte das Ausströmungsrohr b trägt, während zugleich ein Thermometer in denselben eingelassen ist, dessen Kugel in den Cylinder hineinreicht. Das Einströmungsrohr ist ein Messingrohr von $^1/_8$ Zoll lichter Weite, oberhalb des Deckels umgebogen und mit einem Hahn versehen. Es wird durch einen übergeschobenen Gummischlauch mit der festen Gasleitung in Verbindung gebracht. Das Ausströmungsrohr b ist $^1/_2$ Zoll weit und oben mit einer Platte von Platinblech geschlossen. Im Centrum dieser Platte befindet sich eine mittelst einer feinen Nadel hergestellte und nachher ausgehämmerte Oeffnung, welche dem Gase als Ausströmungsöffnung dient. Das Rohr hat einen Hahn, durch welchen einmal der Cylinder abgeschlossen, zweitens die Verbindung zwischen dem Cylinder und der Ausströmungsöffnung, drittens die Verbindung zwischen dem Cylinder und der atmosphärischen Luft hergestellt werden kann.

BB ist ein cylindrisches Gefäß von 5 Zoll innerer Weite, welches so weit voll Wasser gefüllt wird, daß dieses bis nahe an den oberen Rand tritt, sobald der Cylinder mit Luft oder Gas gefüllt in denselben hineingebracht wird.

Dieser Wasserstand ist durch eine Marke am Glase bezeichnet. Der innere Cylinder hat zwei Marken $C\,C'$, deren Entfernung von einander 1 Fuß beträgt, und von welchen C um $2^1/_2$ Zoll vom unteren Rande des Cylinders entfernt ist.

Die Manipulation mit dem Apparate ist folgende: Man taucht zunächst den mit atmosphärischer Luft gefüllten Cylinder A in das mit Wasser richtig gefüllte Gefäß B ein und stellt es auf den Boden desselben vertical auf. Wenn man den inneren Cylinder von recht massivem Glas herstellt, so erreicht man den Vortheil, daß er vermöge seiner eigenen Schwere steht, während man ihn sonst niederhalten muß. Das Wasser wird bis zu einer gewissen Höhe in den Cylinder eintreten, aber noch unterhalb der Marke C bleiben. Nun öffnet man den Hahn im Ausflußrohr so, daß die Luft aus der Oeffnung in der Platinplatte entweicht. Das Wasser tritt langsam in dem Meßcylinder in die Höhe. Sobald es die Marke C passirt, fängt man nach einer Secundenuhr zu beobachten an. Die Markstriche sollen horizontal um die ganze Glaswandung herumgehen, damit sie deutlich gesehen werden können. Die Luft braucht etwa 5 Minuten, bis sie zur Marke C' aufsteigt, der Zeitpunkt, wo sie die Marke passirt, wird wieder notirt; zugleich wird der Stand des Thermometers abgelesen, der Ausflußhahn geschlossen, und die erste Beobachtung ist fertig. Weiter wird zunächst die Verbindung des Einflußrohres

mit der Gasleitung durch ein Kautſchukrohr hergeſtellt, der Einlaßhahn geöffnet und Gas eingelaſſen, indem man den Cylinder wieder in das Waſſer eintaucht. Dieſes Füllen und Entleeren wiederholt man mehrere Mal, um alle atmoſphäriſche Luft, die vom erſten Verſuch oberhalb des Waſſerſpiegels übrig geblieben war, zu entfernen. Dann füllt man noch einmal, ſchließt den Auslaßhahn, und ſtellt den Cylinder wieder auf den Boden des Gefäßes. Nach Oeffnen des Auslaßhahnes ſtrömt das Gas aus der Oeffnung in der Platinplatte aus, ebenſo wie vorher die atmoſphäriſche Luft. Man beobachtet wieder die Zeitpunkte, wo das Waſſer die beiden Marken C und C' paſſirt, notirt den Thermometerſtand, und hat damit die zur ſpecifiſchen Gewichtsbeſtimmung nöthigen Daten geſammelt.

180 Aufſchluß über die Güte eines Leuchtgaſes giebt endlich auch die chemiſche quantitative Analyſe. Wegen der Schwierigkeiten der Ausführung einer ſolchen exacten Unterſuchung und aus Mangel an den dazu nöthigen Einrichtungen iſt dieſelbe dem Kreiſe der Arbeiten des Technikers entzogen. Sie iſt mit noch einer anderen Schattenſeite behaftet, die ihr für häufigeren Gebrauch zu Werthbeſtimmungen der Leuchtgaſe hinderlich iſt, nämlich daß ſie längere Zeit in Anſpruch nimmt, als in der Regel für ſolche Ermittelungen vergönnt iſt. Ihre genaue Darlegung fordert endlich mehr Raum als wir noch zur Verfügung haben. Wir ziehen daher vor, für dieſe rein wiſſenſchaftliche Parthie auf die literariſchen Hülfsmittel zu verweiſen, in welchen derjenige ſich genauen Rathes erholen kann, der in die Lage kommt, ſolche Arbeiten auszuführen. Es ſind:

1. Gaſometriſche Methoden von R. Bunſen, Braunſchweig 1857.
2. Anleitung zur organiſchen Analyſe und Gasanalyſe von J. Schiel, Erlangen 1860.

181 Die durch Verſuche ermittelten Werthe der wichtigſten Leuchtmaterialien und Beleuchtungsapparate ſind der Hauptſache nach in Folgendem zuſammengeſtellt.

1. Leuchtkraft der Kerzen.

Karmarſch und Heeren fanden bei Vergleichung von ſechs Sorten Wachskerzen aus der gleichen Fabrik, wovon zwei Sorten 4, zwei Sorten 6, eine Sorte 5 und eine Sorte 8 Kerzen aufs Pfund (das Nettopfund wog nie mehr als 27 bis 28 Loth)*) enthielten, und worunter die beiden Sorten Vierer und die beiden Sorten Sechſer in ihrer Länge und Dochtſtärke etwas verſchieden waren, mit vier Sorten Stearinſäurekerzen aus zwei verſchiedenen Fabriken, wovon zwei Sorten 6, die dritte 4 und eine Sorte 5 Stück aufs Pfund (Nettopfund einer Sorte $27\frac{1}{8}$ Loth, der andern $30\frac{1}{16}$ bis $30\frac{1}{8}$ Loth) enthielten, folgende Durchſchnittswerthe:

*) Es wurde das hannoverſche Pfund zu Grunde gelegt.

Tabelle I.

	A. Durchschnittlicher Materialverbrauch pro Stunde	B. Durchschnittliche Lichtstärke	C. Leuchtkraft	
			direct $= \frac{B}{A}$	Wachs = 100
Wachs	0,574	91,55	1,609	100,00
Stearin . . .	0,668	89,52	1,340	83,28

In einer zweiten Versuchsreihe haben dieselben Verfasser auch Wallrath- und Talgkerzen aufgenommen.

Die Wallrathkerzen enthielten 3 Proc. Wachs, es wurden drei Sorten zu den Versuchen benutzt, zu 4, 5 und 6 Stück aufs Pfund, welches $30^1/_2$ bis 31 Loth wog.

Die Talgkerzen waren Sechser von zwei verschiedenen Fabriken, das Nettopfund zu $29^5/_{16}$ bis $30^5/_8$ Loth.

Die Durchschnittsergebnisse für jede der genannten Kerzenarten waren:

Tabelle II.

	A. Durchschnittlicher Materialverbrauch pro Stunde	B. Durchschnittliche Lichtstärke	C. Leuchtkraft	
			direct $= \frac{B}{A}$	Wachs = 100
Wachs	0,5878 Loth	102,0	1,7349	100,00
Stearinsäure .	0,6483 »	95,5	1,4730	84,10
Wallrath . . .	0,5781 »	108,3	1,8733	108,20
Talg	0,5781 »	90,25	1,5800	90,00

Bei Gelegenheit dieser Versuche wurde die Beobachtung gemacht, daß der Consum dünnerer Kerzen geringer ist als der der stärkeren, daß also 1 Pfund Achter Talgkerzen z. B. länger anhält, als 1 Pfund Sechser Talgkerzen. Die Lichtstärke ist ungefähr dem Consum proportional, so daß also die Leuchtkraft der verschiedenen Kerzensorten ebenfalls beinahe gleich herauskommt.

Es muß an der obigen kleinen Tabelle auffallen, daß die Talgkerzen über die Stearinkerzen zu stehen kommen. Man weiß jedoch, daß vermöge des dickeren, sich häufig mit angesetzter Kohle verstopfenden Dochtes die Helligkeit eines Talglichtes viel größeren Schwankungen unterliegt als die irgend einer anderen Kerzenart. Es wird aber in solchen Versuchen begreiflich immer nur bei der günstigsten Flammengröße, also bei der größten von der Kerze producirbaren Helligkeit, wenn sie sich eben im frisch gereinigten Zustande befindet, gemessen. Diesem Umstande zumeist muß obiges Resultat zugeschrieben werden.

Andere Autoren haben indessen etwas abweichende Resultate erhalten. Rößler z. B. fand bei Vergleichung von einer Wachskerze (Vierer, 6,7 Loth wiegend und $9^1/_2$ Stunden brennend) mit einer Stearinkerze (Sechser, 4,09 Loth wiegend und $6^3/_4$ Stunden brennend) und einer Talgkerze (Sechser, 4,46 Loth wiegend und 7 Stunden 23 Minuten brennend) folgende Ergebnisse:

Die Leuchtkraft des Wachses . . . . . = 100
» » der Stearinkerze . . . . . = 95
» » » Talgkerze . . . . . = 95

Nach Versuchen von Karsten stellt sich sogar die Leuchtkraft der Stearinkerzen um weniges höher als die der Talgkerzen, nämlich wie 55 für Talg zu 56 für Stearin.

Ueber die Leuchtkraft der Paraffinkerzen hat Zinken Untersuchungen angestellt, die Aufschluß geben sollen über den Werth derselben verglichen mit Stearinsäurekerzen.

Tabelle III.

Er fand die Leuchtkraft von Stearinkerzen 4 aufs Pfund zu 0,599 oder = 100.

1)	3	Stück der Paraffinkerzen von Aschersleben (a) zeigten eine mittlere Leuchtkraft von	0,593	oder	98,99
2)	2	» der Paraffinkerzen von Bonn zeigten eine mittlere Leuchtkraft von	0,668	»	111,35
3)	6	» der Paraffinkerzen von Bitterfeld zeigten eine mittlere Leuchtkraft von	0,734	»	122,54
	6	» der Paraffinkerzen von Großmühlingen zeigten eine mittlere Leuchtkraft von	0,739	»	123,37
4)	11	» der Paraffinkerzen von Weißenfels zeigten eine mittlere Leuchtkraft von	0,809	»	135,06
5)	3	» der Paraffinkerzen von Aschersleben (b. andere Fabrik) zeigten eine mittlere Leuchtkraft von	0,876	»	146,24

Diese Verschiedenheiten sind viel bedeutender als sie bei ein und demselben Materiale vorkommen sollten. Es muß angenommen werden, daß die Paraffine, woraus die Kerzen dargestellt sind, in ihrer Zusammensetzung, ihrem Schmelzpunkt u. s. w. sehr von einander abweichen (vergl. §. 92 S. 104 d. Bd.) oder daß sehr verschiedene Mengen Stearinsäure denselben vor dem Gießen der Kerzen zugesetzt wurden. Auf diese Ergebnisse läßt sich kaum ein Urtheil über die Leuchtkraft des Paraffin in einem einzigen Ausdruck geben. Man kann etwa sagen, daß die geringsten Paraffinkerzen in ihrer Leuchtkraft den Stearinkerzen sehr nahe stehen, daß aber die besten selbst die Wachskerzen und Wallrathkerzen übertreffen. Setzen wir die Leuchtkraft des Wachses = 100, die des Stearins nach Karmarsch und Heeren = 84,7, so ist die Leuchtkraft der Paraffinkerzen (1.) von Aschersleben (a) = 83,84, (5.) von Aschersleben (b) = 123,8, der (4.) von Weißenfels = 114,3. Wird aber Stearin und Talg nach Rößler = 95 (die Leuchtkraft des Wachses = 100) gesetzt, so kommt für die besten der oben genannten Paraffinkerzen eine Leuchtkraft von beinahe 139 heraus. Diese Sache verdiente im Interesse der Paraffinindustrie nochmalige genauere Prüfung.

2. Leuchtkraft der flüssigen in verschiedenen Lampen verbrannten Beleuchtungsmittel.

Einen viel stärkeren Einfluß als Dochtstärke, Kerzendicke u. s. w. auf den 182
durch Kerzen erreichbaren Effect hervorzubringen vermögen, übt auf die Leistungen der flüssigen Beleuchtungsmittel der Apparat, d. h. die Lampe, worin sie verbrannt werden. Zwei Leuchtöle können also auf ihre Leuchtkraft nur dann verglichen werden, wenn sie in zwei ganz gleichconstruirten Lampen verbrannt werden.

Karmarsch und Heeren haben über die zwei verbreitetsten Oele Versuche angestellt, das Olivenöl und das raffinirte Rüböl, und fanden, daß sie unter Einhalten der genannten Bedingung ganz gleiche Lichtstärke ergaben.

Leider sind die übrigen fetten Oele und Thran nicht in der wünschenswerthen Vollständigkeit untersucht.

Nach Ure soll die Leuchtkraft von Olivenöl, Südseethran und Wallrathöl sich verhalten wie folgt:

Tabelle IV.

Olivenöl	16,9	oder 100
Südseethran	16,23	» 96
Wallrathöl	25,42	» 150,4

Die flüchtigen Beleuchtungsöle, Photogene, Mineralöl, Solaröl, sind hinsichtlich ihrer Leuchtkraft, verglichen mit Rüböl, ebenfalls von Zinken untersucht worden. Es ist bei dieser Untersuchung freilich zu bemerken, daß es für diese flüchtigen Stoffe besonderer Lampen bedarf, daß man sie also nicht in Lampen von gleicher Construction wie die der gewöhnlichen Oellampen verbrennen kann, in der Vergleichung also ein Element mitwirkt, dessen Einfluß schwer bestimmbar ist. Es kann diese vergleichende Untersuchung nur dann Werth haben, wenn angenommen werden darf, es sei sowohl das Rüböl als die flüchtigen Oele unter den für gute Leistungen günstigsten Bedingungen verbrannt worden.

Tabelle V.

Die Leuchtkraft (d. h. der durch Division des Verbrauchs in die direct gefundene Lichtstärke erhaltene Werth) des Rüböls wurde von Zinken gefunden

	= 1,374
Im Durchschnitt für Photogen von Aschersleben	= 1,050
» » » » » » anderer Fabrik	= 1,028
» » » » » Großmühlingen	= 0,997
» » » » » Weißenfels	= 0,895
» » » » » Lemberg	= 1,085
» » » » » Bitterfeld	= 1,129
» » » » » Bonn	= 0,941
» » » Mineralöl von Lemberg	= 0,987

Wir ſehen daraus, daß dieſe ſämmtlich unter dem Rüböl ſtehen. Setzen wir dieſes = 100,00 ſo iſt:

das geringſte Photogen . . . . . = 65,1
das beſte Photogen . . . . . = 82,1

Die unter dem Namen Solaröl vorkommenden Leuchtſtoffe verhalten ſich viel beſſer.

Die Leuchtkraft derſelben nach Zinken ergab

Tabelle VI.

für Rüböl	= 1,374
» Solaröl von Aſchersleben	= 1,266
» » » » anderer Fabrik . .	= 1,329
» » » Großmühlingen	= 1,681
» » » Weißenfels	= 1,709
» » » Lemberg	= 1,465
» » » Bonn	= 1,543

Während die geringſten Solarölſorten eine dem Rüböl nahekommende Leuchtkraft beſitzen, verhält ſich die des beſten, desjenigen von Weißenfels, zu der Leuchtkraft des Rüböls wie 100 : 124,3.

Die Unterſuchungen auf die Leiſtungen verſchiedener Lampenconſtructionen ſowohl Peclet's als die von Karmarſch und Heeren haben ergeben, daß die Helligkeit derſelben ſich zwar nicht ſo ſchnell ändert wie etwa beim Talglicht, daß ſie aber doch großen Schwankungen, namentlich einer ſteten Abnahme mit der Dauer des Brennens unterliegen. Dies findet in größerem Maße ſtatt bei Lampen, deren Oelniveau ſtark ſchwankt, bei ſolchen von conſtantem Niveau iſt es dem allmäligen Verkohlen des Dochtrandes zuzuſchreiben.

Nach Peclet hat eine Lampe mit intermittirendem Niveau von der erſten bis zur ſiebenten Stunde des Brennens eine Helligkeitsabnahme von 100 : 82 gezeigt, während andere Lampen in dem nämlichen Zeitzwiſchenraum nur von 100 bis 96 abnahmen.

Die Verſuche von Karmarſch und Heeren über die Leiſtungen verſchiedener Lampen gehören zu den ſorgfältigſten Arbeiten, die auf dem Gebiete des Beleuchtungsweſens angeſtellt worden ſind. Dieſelben wurden im Jahre 1838 ausgeführt, nahmen daher mehrere Lampenconſtructionen in ihren Kreis auf, die jetzt ganz antiquirt ſind, und es fehlen darin die ſeither gebräuchlich gewordenen Lampen. Namentlich die Moderateurlampe wird ungern in derartigen Ueberſichten vermißt, man darf jedoch annehmen, daß eine gute Moderateurlampe in ihren Leiſtungen nicht weit von der Carcel'ſchen Uhrlampe abweicht.

Es war Nro. 1. der nachfolgenden Tab. VII. eine Carcel'ſche Uhrlampe mit cylindriſchem Brenner, deſſen innerer Durchmeſſer 17, der äußere 23^{mm} beträgt. Breite des Dochtraumes = 3^{mm} mit Zugglas.

Nro. 2. Küchenlampe, maſſiver Docht, 4^{mm} dick.

Nro. 3. Arbeitslampe (Studirlampe), flacher Docht von 20^{mm} Breite. Weite des Dochtraumes $3^1/_2{}^{mm}$.

Nro. 4. Arbeitslampe wie die vorige, mit Zugglas.

Nro. 5. Tischlampe mit ringförmigem Oelbehälter, Docht halbrund von 31mm (flach gedrückt) und 24mm (gekrümmt) Breite, Dochtraum 31/4mm weit, Zugglas.

Nro. 6. Studirlampe, flacher Docht und Sturzflasche. Dochtbreite 21mm, Weite des Dochtraumes 5mm, Zugglas.

Die Angaben der Tabelle sind die Durchschnittszahlen von drei an verschiedenen Abenden vorgenommenen Versuchsreihen. An jeder Lampe wurden 14 Beobachtungen gemacht. Die Lampen waren mit gereinigtem Rüböl gefüllt. Die mittlere Lichtstärke der Carcel-Lampe wurde = 100 angegeben.

Tabelle VII.

	Mittlere Lichtstärke	Oelverbrauch in 6 Stunden	Leuchtkraft. Uhrlampe = 100
1.	100	16 Loth	100
2.	6,6	2 7/8 »	36,8
3.	16,5	3 7/8 »	67,6
4.	22,1	5 »	69,4
5.	42,4	8 1/2 »	77,1
6.	22,2	5 7/8 »	60,4

Um später diese Resultate mit den an Kerzen gewonnenen vergleichen zu können, folgen hier noch die von den Verfassern gemachten Angaben über Wachs- und Talglichte.

Tabelle VIII.

	Lichtstärke. Uhrlampe = 100	Verbrauch in 6 Stunden	Leuchtkraft. Uhrlampe = 100
Wachslichte 6 aufs Pfd.	14,6	3 3/4 Loth	62,2
Talglichte 6 aufs Pfd.	13,2	4 1/8 »	51,2

3. Die Leuchtkraft der Gase.

Auch bei Untersuchungen dieser Verhältnisse ist ein erstes Erforderniß, daß 183
alle zu vergleichenden Gase unter möglichst gleichen Verhältnissen, namentlich in gleichen Brennern verbrannt werden. Aber auch hier ist zu beachten, daß die Brennerweiten und der Druck nicht ganz gleich genommen werden dürfen, wenn man die verschiedenen Gase unter die für ihre Leuchtkraft günstigsten Umstände bringen will.

Wir haben z. B. erfahren, daß Holzgas in weiteren Brennern und bei geringerem Drucke verbrannt werden muß, wenn es günstigere Resultate geben soll, als Steinkohlengas. Es bleiben daher einige Unsicherheiten auch in diesen Bestimmungsmethoden, abgesehen von den allgemeinen Schwächen, die den photometrischen Versuchen ankleben.

Nach Versuchen von Frankland (1—6) haben folgende englische Leuchtgase, wenn wir das vielgebrauchte Newcastle Peltonkohlegas als 100 setzen, die beigesetzten Leuchtkräfte:

Tabelle IX.

1. Newcastle Peltonsteinkohle	= 100
2. Hulton Cannelkohle	= 102,8
3. Newcastle Cannelkohle	= 205,0
4. Wigan Cannelkohle	= 160
5. Lesmahago Cannelkohle	= 251
6. Boghead Cannelkohle	= 302,7
7. Gute Zwickauer Kohlen, deren Ergebniß in Leipzig mit dem von Peltonkohlen verglichen wurde, lieferten ein Gas	= 110,7
8. Das Holzgas verhält sich zu dem Münchener Steinkohlengas, welches aus Zwickauer Kohlen fabricirt wird, nach dem Expertenbericht einer Commission des baierischen polytechnischen Vereins = 7,3 : 6,6. Es erhält also in obiger Tabelle die Zahl	= 122,4
9. Nach Versuchen von Liebig und Steinheil verhalten sich Münchener Steinkohlengas (aus Zwickauer Kohlen) und Holzgas wie 5 : 6, und das Holzgas erhielte die Ziffer	= 136,9
10. Das Oelgas steht in seiner Leuchtkraft dem Boghead Cannelkohlengas ziemlich nahe. Nach Christison und Turner verhält sich das Oelgas zum Mittel von 6 verschiedenen Steinkohlengasen wie 100 : 272.	= 272

Aus älteren und neueren Untersuchungen geht übereinstimmend hervor, daß die Leuchtkraft des Gases beträchtlichen Unterschieden unterworfen ist, je nachdem der Brenner beschaffen ist, worin es verbrannt wird, und zwar ist festgestellt, daß die Flamme aus Brennern mit doppeltem Luftzug (Argand'schen) die höchste, die Flachflamme etwas mindere, und der Strahl die geringste Leuchtkraft besitzen. Es ist aber nicht nur dies festgestellt, sondern auch daß bei einer und derselben Brennerart und Nummer Verschiedenheiten stattfinden können, je nach dem Druck, unter welchem das Gas ausströmt, und zwar ergeben sich günstigere Leistungen für die meisten Leuchtgase, wenn sie mit geringerem Druck — der freilich seine Grenze hat — ausströmen.

Büchner und Rückeisen haben z. B. die folgende Reihe von Schnittbrennern verschiedener Nummern, in der die höheren Nummern weiteren und tieferen Schnitt bedeuten, untersucht, und folgende sehr wichtige Resultate gefunden.

Columne A sind die Nummern der Brenner, B der Consum einer Stunde

in engl. Kubikfußen, der sich in der ersten Versuchsreihe, B′ der, welcher sich in der zweiten Versuchsreihe ergab; C die Lichtstärken durch die Anzahl der Wachskerzen von 11 Zoll Länge ausgedrückt, welchen die Flamme entsprach; C′ dasselbe in der zweiten Versuchsreihe; D die Lichtmenge auf gleiche Gasmengen reducirt; D′ dasselbe nach der zweiten Versuchsreihe, berechnet aus B′ und C′, oder was dasselbe ist, die Lichtmenge, die auf 1 Kubikfuß Gas kommt; E und E′ sind aber die durch Versuche gefundenen Lichtmengen, wenn durch jeden der Brenner pro Stunde 4,5 Kubikfuß Gas gelassen wurden.

Tabelle X.

A	B	B′	C	C′	D	D′	E	E′
0	5,5	—	9	—	1,63	—	6,7	5
1	7,1	5	12,2	6,2	1,71	1,24	7,8	5,7
2	7,0	5,8	12,1	9	1,72	1,55	7,5	7,5
3	8,8	6,5	20,2	12,2	2,29	1,88	10,5	10,5
4	9,5	7,0	25,0	14,0	2,73	2,00	11,5	10,9
5	10,0	8,2	28,6	18,0	2,86	2,19	11,5	11,5
6	10,8	8,6	31,3	23,5	2,90	2,73	11,5	11,5
7	11,3	10,2	34,2	27,5	3,02	2,69	12,9	11,5
8	—	11,2	—	37,2	—	3,32	—	13,3

Es ist zunächst zu den Columnen B und B′ zu bemerken, daß sie die Gasmengen angeben, welche bei einem ungefähren Druck von 13,5 Linien durchgelassen werden konnten, ohne daß die Flamme zum flackernden unruhigen Brennen kam. Vergleicht man die Columnen D und D′ mit jenen E und E′, so ergiebt sich daraus, daß das Gas aus engeren Schnittbrennern gebrannt viel weniger Licht giebt als aus weiteren, daß ferner, wie E und E′ beweisen, man besser thun wird, weite Brenner aufzusetzen, aber durch unvollständiges Oeffnen des Hahnes es dennoch zu bewirken, daß nur eine geringe Menge Gas ausströmen kann. Weil das letztere Mittel zur Erreichung besserer Leistungen in den Händen, die sich mit dem Anzünden zu befassen haben, oft sehr unzuverlässig gehandhabt wird, hat man ein einfaches Mittel erdacht, das die gleichen Dienste sicherer thut. Man legt unter den Brenner in das Rohr ein Metallplättchen, worin eine Oeffnung eingeschlagen ist, die weniger Gas durchläßt als der Brenner, der in der Regel bei ganz geöffnetem Hahn mehr Gas durchläßt, als dem Erforderniß, um den günstigsten Effect zu erhalten, entspricht. Auch hat man Doppelhähne angebracht, wovon der untere unvollkommen, der obere aber ganz geöffnet wird, um die Ausströmungsgeschwindigkeit des Gases zu mindern.

Frick fand, daß dieselbe Gasmenge (1 Kubikfuß) in verschiedenen Brennern verbrannt sehr weit auseinander liegende Effecte gab, die er in Münchener Wachskerzen, deren eine 9,252 Grm. stündlich verzehrte, ausdrückt, und zwar:

Tabelle XI.

1. In einem großen porzellanenen Argandbrenner von 30 Löchern in einem Kreise von 16,5mm Durchmesser, Mittel von 6 Versuchen 2,81
2. Großer Schnittbrenner, Mittel von 6 Versuchen 2,43
3. Kleiner Schnittbrenner, » » » » 1,31
4. Zweilochbrenner (Fischschwanzbrenner), Mittel von 6 Versuchen . . 1,97.

Auch hier also wieder der Beweis, daß die Leuchtkraft eines Gases gesteigert werden kann durch Anwendung weiterer Flachbrenner derselben Gattung oder namentlich durch Argandbrenner.

184 Die Schwierigkeiten und die Unsicherheit wachsen in starkem Maße, wenn man die Leistungen der Kerzen, der flüssigen Beleuchtungsmittel und der Leuchtgase unter einander vergleichen will. Alles was in dieser Beziehung seither an Uebersichten gegeben wurde, enthält nur annähernde Angaben; in den nachfolgenden Tabellen liegt ein Versuch einer möglichst vollständigen und der Wahrheit genäherten Uebersicht vor.

Stellen wir zunächst das Material zusammen zur Vergleichung fester und flüssiger Beleuchtungsmittel, zugleich mit den nothwendigen Daten für die später vorzunehmende Kostenberechnung.

Tabelle XII.

Beleuchtungsmittel	A. Materialverbrauch pro Stunde	B. Durchschnittliche Lichtstärke, eine ausgewählte Wachskerze = 100 genommen	C. Helligkeit von 10 Grm. des Materials berechnet aus A und B	D. Leuchtkraft Wachskerzen = 100
G. Tab. II. Den Consum umgerechnet in Grammgewicht*). Wachs . .	9,027 Grm.	102,0	112,99	100,00
Stearinsäure	9,945 »	95,5	96,03	84,10
Wallrath .	8,874 »	108,3	123,17	108,20
Talg . . .	8,874 »	90,25	101,70	90,00
G. Tab. III. Den Consum hier eingetragen. Paraffin, geringste . .	8,496 »	—	94,69	83,84
Dergl. beste	5,838 »	—	139,87	123,80

Suchen wir zwischen den starren und flüssigen Beleuchtungsmitteln als Verbindungsglied die Angabe von Karmarsch und Heeren, Tab. VIII, nach welcher sich die Helligkeit des Rüböls in der Uhrlampe verbrannt zu der des Wachses bei angegebenem Consum = 100 : 14,6 verhält, d. h. rechnen wir dies Verhältniß in der Weise um, daß Wachs = 100 gesetzt wird, und suchen wir für

*) 1 Loth hannov. = 15,300 Grm.

einige der gebräuchlicheren Lampen die Leistungen für Rüböl (und was gleichbedeutend ist Olivenöl), führen wir ferner die von Zinken für die Photogene und Solaröle angegebenen Werthe, die er in guten dafür geeigneten Lampen verbrennend mit gereinigtem Rüböl in einer guten Moderateurlampe (was wohl einer Uhrlampe gleichkommt) verbrennend verglich, in der Weise ein, daß wir die direct von ihm gewonnenen Zahlen auf die dem Rüböl in unserer Tabelle zukommende zurückführen, so erhalten wir folgende Fortsetzung der Tabelle XII:

	Beleuchtungsmittel	A. Consum pro Stunde	B. Durchschnittliche Lichtstärke. Normalwachskerze = 100	C. Helligkeit von 10 Grm. Material berechnet aus A u. B	D. Leuchtkraft Wachskerzen = 100
S. Tab. VII.	Rüböl, gereinigt, oder Olivenöl in einer Uhrlampe oder guten Moderateurlampe verbrannt	40,69 Grm.	694	170,07	159,3
S. Tab. VII.	Desgl. in einer Küchenlampe verbrannt . .	7,33 „	45,67	62,30	55,1
S. Tab. VII.	Desgl. in einer Studirlampe ohne Zugglas mit flachem Docht . . .	9,86 „	114,18	115,80	102,5
S. Tab. V. und VI. Den Consum hier eingerechnet.	Photogen, bestes . . .	20,02 „	—	149,03	131,9
S. Tab. V. und VI. Den Consum hier eingerechnet.	Solaröl, bestes . . .	26,82 „	—	225,64	199,7

Wir können eine Vergleichung der Leistungen verschiedener Leuchtgase und Brenner mit den festen und flüssigen Leuchtmaterialien in folgender Weise bewerkstelligen. Zu den Versuchen von Frick, Tab. XI. diente eine Wachskerze. Der Consum wurde im Mittel der zwei zu den Versuchen gebrauchten Kerzen zu 9,252 Grm. pro Stunde gefunden. Der Consum der Wachskerzen, deren sich Karmarsch und Heeren bedienten, beträgt im Mittel nach Tab. XII. 9,0274 Grm. stündlich. Man darf, ohne größere Fehler zu begehen als in der Natur der Beobachtungen und Berechnungen liegen, die eine Kerzenart als gleichwerthig mit der andern betrachten, und so werden wir im Nachfolgenden thun.

Wenn also in Tab. XI. gesagt ist, daß 1 Kubikfuß Gas im Fischschwanzbrenner verbrannt eine Helligkeit von 1,97 Wachskerzen gab, und wenn wir aus Tab. XII. erfahren, daß man mit einer Wachskerze von (beinahe) gleichem Consum eine Helligkeit zu erzeugen im Stande ist, die = 100, so heißt das soviel als daß 1 Kubikfuß Gas unter genannten Umständen verbrannt eine Lichtmenge giebt, die = 1,97 × 100 = 197 ist.

Das Uebrige auf der nachfolgenden Tafel wird verständlich werden, wenn

wir annehmen, daß Frick in Freiburg zu ſeinen Verſuchen, Tab. XI. ſich eines Steinkohlengaſes bediente, das in ſeinem Leuchtvermögen auf der Höhe des gewöhnlichen engliſchen Steinkohlengaſes (in unſerer Tabelle IX. Newcaſtle Peltonkohle) ſteht. Es werden die durch die verſchiedenen Brenner erhaltenen Reſultate dann ſich erhöhen unter der Annahme, daß ein beſſeres, z. B. Bogheadgas, gebraucht worden, und zwar in dem letzteren Falle um $\frac{302,7}{100}$.

1 Kubikfuß Gas bringt folgende Helligkeit hervor (die einer Wachskerze oder Tab. XII. = 100 geſetzt):

Tabelle XIII.

	Zweilochbrenner Nro. 4 auf Tab. XI.	Kleiner Schnittbrenner Nro. 3 auf Tab. XI.	Großer Schnittbrenner Nro. 2 auf Tab. XI.	Argandbrenner Nro. 1 auf Tab. XI.
1. Gewöhnliches Steinkohlengas, z. B. von Newcaſtle Peltonkohle, Tab. IX., 1.	197	131	243	281
2. Zwickauer Kohlengas, Tab. IX., 7.	216,7	144	267,3	309
3. Holzgas, Mittel der beiden Beſtimmungen Tab. IX., 8. und 9. . .	253,3	160	315,6	374,1
4. Bogheadgas, Tab. IX., 6.	590,2	396,5	735,5	850,5
5. Oelgas, Tab. IX., 10. .	585,8	356,3	660,9	764,3

Man kann mittelſt der Tab. XII. berechnen, wie viel ein Beleuchtungsmittel pro Stunde koſtet, wenn man Columne A den ſtündlichen Conſum in Grammen in die Anzahl Gramme dividirt, die das Civilpfund oder (bei Stearin-, Wachs-, Paraffin- und Wallrathkerzen) das Nettopfund ohne Verpackung enthält, und den Quotienten dividirt in die Geldſumme, die 1 Pfd. des Leuchtmaterials koſtet, z. B.

Eine Wachskerze conſumire pro Stunde 9 Grm., und das Nettopfund wiege 450 Grm., ſo iſt $\frac{450}{9} = 50$. Es wird der funfzigſte Theil des Pfundes verbraucht, alſo auch der funfzigſte Theil des Ankaufspreiſes eines Pfundes des Leuchtſtoffes. Es ſei dieſer z. B. = 1 Fl. rheinl. oder 214 Ctms. = 17 Sgr. 2 Pf., ſo koſtet die Beleuchtung mit einem Wachslicht pro Stunde 1,2 Kr. oder 4,28 Ctms. oder 4,10 Pf.*).

*) In Wirklichkeit erleidet das auf dieſe Art der Berechnung gegründete Reſultat bei Kerzenbeleuchtung eine weſentliche Modification, indem zu Anfang und zu Ende des Brennens einer Kerze einiges Material ohne erhebliche Leiſtung verzehrt wird.

Kostet das Pfund gereinigtes Rüböl 20 Xr. oder 71 Ctms. oder 5 Sgr. 8 Pf., so betragen die Kosten der Beleuchtung mit einer Uhrlampe (Moderateurlampe beinahe gleich), welche 40,69 Grm. stündlich verzehrt, wenn das Pfund, wie z. B. das Zollpfund, 500 Grm. hat, $\left(\frac{500}{40,69} = 12,28\right) = \frac{20 \text{ Xr.}}{12,28} = \frac{71 \text{ Ctms.}}{12,28} = \frac{68 \text{ Pf.}}{12,28}$, das ist 1,62 Xr. = 5,79 Ctms. oder 5,54 Pf., in der Küchenlampe aber, die 7,33 Grm. stündlich verzehrt, $\left(\frac{500}{7,33} = 68,2\right) = \frac{20 \text{ Xr.}}{68,2} = \frac{71 \text{ Ctms.}}{68,2} = \frac{68 \text{ Pf.}}{68,2}$ oder 0,29 Xr. = 1,03 Ctms. = 0,99 Pf.

Es kostet also pro Stunde die Beleuchtung

	mit einem Wachslicht	mit Rüböl in der Uhrlampe	mit Rüböl in der Küchenlampe
Kreuzer	1,2	1,65	0,29
Centimes	4,28	5,79	1,03
Pfennige	4,10	5,54	0,99

Nimmt man also keine Rücksicht auf den Grad der Helligkeit, der durch diese Mittel hervorgebracht wird, so ist die Beleuchtung mit der Uhrlampe die theuerste, die mit der Küchenlampe die wohlfeilste. Ganz anders stellt sich die technische Frage nach der Leistungsfähigkeit der drei angeführten Beleuchtungsarten.

Man erzeugt aber nach Rubrik B. der Tab. XII. für die genannten Preise während 1 Stunde eine Helligkeit

mit der Wachskerze . . . . . = 100
mit der Uhrlampe . . . . . = 694
mit der Küchenlampe . . . . . = 45,67

Will man die Kosten der drei Beleuchtungsarten bei gleicher Helligkeit erfahren, so sind die Kosten pro Stunde mit 1000 vermehrt durch die Lichtstärken zu dividiren, und man hat eine Lichtmenge von 1000 = der von 10 Wachskerzen,

100 : 4,28 Ctms. = 1000 : x = 42,8 Ctms. für Wachsbeleuchtung,
694 : 5,79 » = 1000 : x = 8,19 » » Uhrlampenbeleuchtung,
45,09 : 1,03 » = 1000 : x = 25,7 » » Küchenlampenbeleuchtung,

oder will man erfahren, wie viel Licht sich bei gleichen Kosten erhalten läßt, so wird in die verhundertfachte Lichtmenge durch die stündlichen Kosten dividirt, und man hat für 100 Centimes folgende Lichtmengen:

Für die Wachskerze	Für die Uhrlampe	Für die Küchenlampe
$\frac{100 \times 100}{4,28} = 2336$	$\frac{694 . 100}{5,79} = 11986$	$\frac{45,67 . 100}{1,03} = 4434$

Es ist also das Licht der Wachskerze bei weitem das theuerste der drei, und die Küchenlampe liefert theureres Licht als die Uhrlampe. Nicht zu vergessen, daß man mit der Uhrlampe, ja selbst mit der Moderateurlampe einen theureren und größerer Sorgfalt bedürfenden Apparat hat.

Aus der Tab. XIII. ergeben sich direct die Kosten der verschiedenen Leucht-

gasarten bei Anwendung verschiedener Brenner, sobald man den Preis von 1000 Kubikfuß weiß. Es kosten z. B. 1000 Kubikfuß Bogheadgas 4 Thaler = 7 Fl. = 15 Frcs., 1000 Kubikfuß gewöhnliches Steinkohlengas 2 Thaler = $3\frac{1}{2}$ Fl. = $7\frac{1}{2}$ Frcs., so erhält man für den Preis, den man für die 1000 Kubikfuß gemeines Steinkohlengas bezahlt, eine Helligkeit von 197 mit dem Zweilochbrenner, und vom Boghead eine Helligkeit von 535,8. Die Preise verhalten sich wie 1 : 2, während die Leistungen im Verhältniß von 1 : 2,71 stehen oder für den gleichen Effect, den ich mit 1000 Kubikfuß Bogheadgas erhalte, habe ich 2710 Kubikfuß Steinkohlengas nöthig. Es kostet das Bogheadgas aber in unserm Beispiel 4 Thaler oder 15 Frcs., die photometrisch äquivalente Menge gewöhnlichen Steinkohlengases aber 5,72 Thaler oder 21,45 Frcs.

In ganz ähnlicher Weise kann der Effect verschiedener Brenner bei gleichen Gasen oder verschiedener Brenner bei verschiedenen Gasen verglichen werden.

Handelt es sich aber darum, das Verhältniß der Kosten eines flüssigen oder festen Beleuchtungsmittels und eines Leuchtgases zu ermitteln, so liegen dazu ebenfalls die Elemente in den Tabellen XII. und XIII.

Es sei z. B. die Frage, ob in einer Stadt an der Stelle von Rüböl beleuchtung in Lampen mit flachem Dochte ohne Zugglas (die in ihren Leistungen derjenigen sehr nahe stehen, die als »Studirlampe« in Tab. XII. aufgezählt ist) Photogenbeleuchtung oder Holzgasbeleuchtung eingeführt werden solle. Das Pfund Rüböl koste 70 Ctms., das Holzgas pro 1000 Kubikfuß 15 Frcs. = 7 Fl. = 4 Thlr., das Schieferöl-Photogen koste 80 Ctms. oder 22,4 Xr. pro Pfund à 500 Grm.

Es läßt sich nach Tab. XII. mit 100 Grm. Rüböl in genannter
Lampe eine Helligkeit von 1158
mit 100 Grm. Photogen eine Helligkeit von 1490
nach Tab. XIII. mit 10 Kubikfuß Holzgas im Zweilochbrenner
Nro. 4 eine Helligkeit von 2533

hervorbringen, es kosten aber 100 Grm. Rüböl $\frac{70}{5}$ = 14 Ctms.

100 » Photogen $\frac{80}{5}$ = 16 Ctms.

10 Kubikfuß Holzgas = 14 Ctms.

Dividirt man mit diesen Preisen in die Lichtmenge

	Rüböl		Photogen		Holzgas
	$\frac{1158}{14}$	:	$\frac{1490}{16}$	:	$\frac{2533}{14}$
so erhält man	8,27	:	9,31	:	18,1

die relativen Effecte bei gleichen Kosten, oder wenn man in die vertausendfachten Preise dividirt mit den Lichtmengen, so erhält man die Kosten bezogen auf eine Lichtmenge = 1000

für Rüböl	für Photogen	für Holzgas
11,05	10,74	6,55 Ctms. Kosten.

Wären drei einzelne Flammen dieser Beleuchtungsarten zu vergleichen, so hätte man zu fragen, 1. was consumirt jede pro Stunde, 2. was kostet das con-

sumirte Material, 3. was wird mit diesen Kosten geleistet? Bei Ausführung dieser Rechnungen findet sich nicht das Geringste, was noch näher zu erklären wäre.

Es werden gewöhnlich die Betrachtungen über die Leistungsfähigkeit der Beleuchtungsmittel geschlossen mit einer Uebersichtstabelle der Beleuchtungskosten. In dieser spielen, wie begreiflich, die Preise das Hauptelement. Die Preisverschiedenheiten sind aber für ein und dasselbe Beleuchtungsmittel ganz enorm, so daß bei nicht gründlichem Vergleichen der Grundlagen der Rechnung leicht grobe Mißverständnisse für den Leser solcher Tabellen entstehen, und jeder, der für die Verhältnisse seines Wohnortes Folgerungen daraus ziehen will, genöthigt ist, umzurechnen. Wir lassen eine solche Uebersicht daher, weil sie uns eine mehr nachtheilige als nützliche Beigabe erscheint, weg. Um nur ein Beispiel von den groben Schwankungen der Zahlenresultate zu geben, die man bei solchen Berechnungen erhält: Das Steinkohlengas in Hannover, womit Heeren seine Untersuchungen über die verschiedene Leistungsfähigkeit der Brenner ausführte, kostet pro 1000 Kubikfuß $1^2/_3$ Thlr. = 6 Frcs. 25 Ctms., während z. B. in Yverdon die Vertragsbestimmung 53 Ctms. pro Kubikmeter, das ist 15,14 Frcs. pro 1000 Kubikfuß festsetzt. Der Unterschied ist beinahe gleich 1 : $2^1/_2$. Nicht in so weiten Grenzen zwar, aber immerhin beträchtlich genug sind die Schwankungen der Oelpreise, die sich auf oft mehr als 60 Proc. belaufen.

Wie die Tabellen XII. und XIII. zu benutzen sind, um annähernde Kostenüberschläge über Beleuchtungsarten zu machen, ist aus den obigen Beispielen deutlich zu entnehmen.

Anhang.

Nachweisung der bedeutenderen literarischen Hülfsmittel.

I. Das Wesen der Flamme.

Hilgard, Untersuchungen über die Flamme. Annalen der Chemie und Pharmacie Bd. 92, S. 129.

Landolf, Ueber die chemischen Vorgänge in der Flamme des Leuchtgases. Poggendorff's Annalen der Physik Bd. 99, S. 389.

II. Fettsäuren.

Chevreul, Recherches chimiques sur les corps gras.

Stearinsäure.

Redtenbacher, Untersuchung über die Eigenschaften und Zusammensetzung. Annalen der Chemie und Pharmacie Bd. 35, S. 46.

Heintz, Zusammenstellung seiner Untersuchungen über die Fette. Journal für praktische Chemie von Erdmann und Werther Bd. 66, S. 1.

Palmitinsäure und Margarinsäure.

Heintz, Vorkommen derselben im Hammeltalg und Rindstalg. Poggendorff's Annalen der Physik Bd. 87, S. 555 und Bd. 89, S. 579.

Varrentrapp, Untersuchung der Margarinsäure. Annalen der Chemie und Pharmacie Bd. 35, S. 65.

Collet, Untersuchung der festen Säure des Olivenöls. Journal für praktische Chemie Bd. 64, S. 108.

Fremy, Untersuchung des Palmöls. Annalen der Chemie und Pharmacie Bd. 36, S. 44.

Stenhouse, Untersuchung des Palmöls. Annalen der Chemie und Pharmacie Bd. 36, S. 50.

Schwarz, Untersuchung des Palmöls. Annalen der Chemie und Pharmacie, Bd. 60, S. 69.

Oelsäure.

Varrentrapp, Annalen der Chemie und Pharmacie Bd. 35, S. 196.

Bromeis, Annalen der Chemie und Pharmacie Bd. 42, S. 55.

Gottlieb, Annalen der Chemie und Pharmacie Bd. 57, S. 38.

Man vergleiche über die fetten Säuren die Artikel: Palmitinsäure, Stearinsäure und Oelsäure im Handwörterbuch der reinen und angewandten Chemie von Liebig, Wöhler, Poggendorff, Redaction von v. Fehling.

III. Fettbasen.

Glycerin.

Düffy, Ueber die Constitution des Stearins. Chemical Society Quarterly Journal Bd. 5, S. 303. Journal für praktische Chemie Bd. 58, S. 358.

Constitution des Glycerins.

Berthelot, Annales de chimie et de physique 3. Reihe, Bd. 41, S. 319.
Gerhardt, Traité de chimie organique Band 3. S. 948.
Würz, Annales de chimie et de physique 3. Reihe, Bd. 43, S. 492.
Berthelot et Luca, Annales de chimie et de physique 3. Reihe, Bd. 44, S. 350.

Cetyloxyd.

Dumas et Stas, Annales de chimie et de physique Bd. 73, S. 124.
Fribeau, Annalen der Chemie und Pharmacie Bd. 80, S. 117.

Myricyloxyd und Cerotyloxyd.

Untersuchungen von Brodie über das chinesische Wachs. Annalen der Chemie und Pharmacie Bd. 67, S. 199 ff.
Brodie, Ueber die chemische Natur des Bienenwachses. Annalen der Chemie und Pharmacie Bd. 67, S. 180 und Bd. 70, S. 144.

IV. Glyceride.

Die Zusammensetzung der hauptsächlichsten.

Berthelot, Comptes rendus hebdomad Bd. 37, S. 395. Journal für praktische Chemie von Erdmann und Werther Bd. 60, S. 193.

V. Talgschmelzen.

Vorrichtungen zum Talgsieden. Dingler's polytechnisches Journal Bd. 16, S. 263.
Appert, Methode Talg in verschlossenen Gefäßen zu schmelzen. Dingler's polytechnisches Journal Bd. 31, S. 454.
Zusammenstellung verschiedener Methoden des Talgschmelzens. Dingler's polytechnisches Journal Bd. 78, S. 318.
Lefebvre, Verfahren Talg zu schmelzen. Journal für praktische Chemie von Erdmann Bd. 6, S. 251.
Evrard, Methode Talg zu schmelzen. Dingler's polytechnisches Journal Bd. 120, S. 204.
Faißt, Prüfung der Verfahren von Evrard und Lefebvre. Dingler's polytechnisches Journal Bd. 122, S. 378.
Stein, Talgschmelzen ohne Geruch. Polytechnisches Centralblatt 1855, S. 449.
Grodhaus und Fink, Talgschmelzen ohne Geruch. Polytechnisches Centralblatt 1857, S. 123.
Fouché, Apparat zum Ausschmelzen des Talges. Polytechnisches Centralblatt 1857, S. 129.

VI. Palmölbleichen.

Zier, Ueber Palmölbleichen. Journal für praktische Chemie von Erdmann Bd. 14, S. 41.
Payen, Methode Palmöl zu bleichen. Dingler's polytechnisches Journal Bd. 81, S. 302.
Cameron, Methode Palmöl zu bleichen. Dingler's polytechnisches Journal Bd. 91, S. 611.

VII. Thranreinigen.

Reinigen des Thrans durch thierische Kohle. Dingler's polytechnisches Journal Bd. 8, S. 504; ibid. Bd. 46, S. 435.
Davidson, Mittel zum Desinficiren des Thranes. Dingler's polytechnisches Journal Bd. 77, S. 66.
Girardin und Preißer, Mittel zum Reinigen des Thranes. Dingler's polytechnisches Journal Bd. 85, S. 455.

VIII. Oelgewinnung und Raffinirung.

Haindl, Maschinen um Oel zu gewinnen. Baierisches Kunst- und Gewerbeblatt 1843, S. 295.
Karmarsch, Vergleichung der holländischen mit der hydraulischen Presse. Mittheilungen des Gewerbevereins für das Königreich Hannover 1844, S. 28.
Karmarsch, Ueber Preise von Oelen und Rübsamen. Polytechnisches Centralblatt 1848, S. 138.
Armengaud, Huilerie; machines et appareils en usage dans cette fabrication. Armengaud publications industrielles Tom. X. (1857) p. 179.
Bodmer, Oelpresse. Schweizerische polytechnische Zeitschrift, Jahrgang 1859, S. 5.
Cogan, Ueber das Läutern des Rüböls. Dingler's polytechnisches Journal Bd. 34, S. 41; Bd. 39, S. 220, und Bd. 67, S. 237.
Schmidt, Reinigung des Oels. Dingler's polytechnisches Journal Bd. 98, S. 195.

IX. Stearinsäurefabrikation.

Fremy, Ueber die Wirkung der Schwefelsäure auf die Oele. Annalen der Chemie und Pharmacie Bd. 19, S. 292. Auf andere fette Körper Bd. 20, S. 50.
Jacquelin, Ueber die Stearinsäurefabrik von Jaillon Monnier u. Comp. in La Vilette bei Paris. Polytechnisches Centralblatt 1852, S. 1003 und 1071.
Gaultier de Claubry, Ueber die Darstellung der Fettsäuren in der Fabrik von Masse und Tribouillet. Polytechnisches Centralblatt 1851, S. 1398.
Wilson, Childs und Jackson, Verbesserungen in der Darstellung der Fettsäuren. Mechanics Magazine Bd. 56, S. 377.
Stas, bougies steariques Rapports du jury mixte international de l'exposition universelle de 1855. Paris 1856. p. 486. Vol. I.

X. Flüchtige Beleuchtungsmittel durch trockne Destillation erhalten.

P. Wagenmann, Fabrikation von Paraffin und flüchtigen Kohlenwasserstoffen. Polytechnisches Centralblatt 1855, S. 500; ferner 1856, S. 811 und S. 1085; ferner 1857, S. 1382; ferner 1859, S. 1239.
Kane und Sullivan, Ueber Gewinnung von Paraffin und flüssigen Beleuchtungsmitteln aus Torf in Irland. Polytechnisches Centralblatt 1856, S. 39.
Müller, Photogen- und Paraffinfabrikation. Polytechnisches Centralblatt 1857, S. 769.
H. Bohl, Ueber die Producte der trocknen Destillation der Braunkohlen. Polytechnisches Centralblatt 1856, S. 688; der Blätterschiefer ibid. 1009; ferner 1857, S. 1496 und 1575; ferner 1858, S. 1499.
Unger, Ueber die trockne Destillation der Braunkohlen und anderer bituminöser Fossilien. Polytechnisches Centralblatt 1859, S. 453.
H. Perutz, Die Retortenofen der Photogen- und Paraffinfabrik Wilhelmshütte bei Oschersleben. Dingler's polytechnisches Journal Bd. 155, S. 56.

XI. Kerzenfabrikation.

Jacquelin, Beschreibung der Fabrik in La Vilette. Polytechnisches Centralblatt 1852. S. 1031 und 1071.

Kendall, Vorrichtung zum Gießen der Kerzen. Polytechnisches Centralblatt 1853, S. 1194.

Webding, Polirvorrichtung für Stearinkerzen. Polytechnisches Centralblatt 1853, S. 1318.

XII. Gasbeleuchtung.

Allgemeines.

Samuel Hughes, A treatise on gas-works London 1853.

Samuel Clegg, A practical treatise on the manufacture and distribution of coal gas. 3. edition London 1859.

Ed. Servier, Ingenieur civil. Traité pratique de la fabrication et de la distribution du gaz d'eclairage (französische Uebersetzung des vorigen Werkes mit Annotationen vom Uebersetzer. Paris 1860).

N. H. Schilling, Handbuch der Steinkohlengas-Beleuchtung München 1860.

Sh. Muspratt, Chemie in Anwendung auf Künste und Gewerbe. Artikel: Gasbeleuchtung. Deutsche Ausgabe von Stohmann und Gerding. 1856. Braunschweig.

A. Payen, Précis de chimie industrielle. Paris.

XIII. Einzelnes über Betrieb und Apparate der Steinkohlengasbereitung in:

N. H. Schilling, Journal für Gasbeleuchtung und verwandte Beleuchtungsarten. 5 Jahrgänge. 1858 — 1861, München.

Heeren, Die Einrichtung der Gasuhren. Mittheilungen des Gewerbevereins für das Königreich Hannover.

XIV. Ueber Gasbeleuchtung mit anderen Materialien.

N. Pettenkofer, Ueber Holzgasbeleuchtung. Gelehrte Anzeigen der königl. baier. Akademie der Wissenschaften 1857, Nr. 53 und 54.

Stammer, Ueber Holzgas. Polytechnisches Centralblatt 1860, S. 776. Ueber den gleichen Gegenstand. Polytechnisches Centralblatt 1854, S. 381, 641, 1433.

Frankland, Ueber Whites Hydrocarbongas. Unter dem Titel: Beiträge zur Kenntniß des Processes der Gasbereitung. Annalen der Chemie und Pharmacie Bd. 82, S. 1.

Th. Bromeis, Ueber Wassergas. Polytechnisches Centralblatt 1859, S. 955.

Verver, L'éclairage au gaz à l'eau à Narbonne et l'éclairage au gaz Leprince examinés et comparés. Leide 1858.

Leuchtkraftbestimmung.

Schubarth, Preis der Beleuchtung mit Wachs und Stearin. Verhandlungen des Vereins zur Beförderung des Gewerbfleißes in Preußen 1841; auch Polytechnisches Centralblatt 1842, S. 5.

Karmarsch und Heeren, Ueber Kerzenbeleuchtung. Polytechnisches Centralblatt 1842, S. 305.

Rößler, Leuchtkraft der Kerzen. Polytechnisches Centralblatt 1850, S. 34.

Karsten, Ueber Helligkeit der Beleuchtung mit Photogen, Oel, Talg- und Stearinkerzen. Verhandlungen des Vereines zur Beförderung des Gewerbfleißes in Preußen 1854; auch Polytechnisches Centralblatt 1854, S. 482.

Karmarsch und Heeren, Vergleichung von Rüböl und Baumöl als Beleuchtungsmittel. Polytechnisches Centralblatt 1841, S. 268.

Heeren, Versuche über die Wirkung verschiedener Gasbrenner. Polytechnisches Centralblatt 1855, S. 870.

Büchner und Rükeiſen, Verſuche mit verſchiedenen Gasbrennern. Dingler's polytechniſches Journal Bd. 136, S. 369.

Frick, Nutzeffect verſchiedener Gasbrenner. Dingler's polytechniſches Journal Bd. 136, S. 305.

Fyfe, Neues Verfahren der Leuchtkraftbeſtimmung (Bunſen's Photometer). Polytechniſches Centralblatt 1849, S. 674.

Beſtimmung der Leuchtkraft von Holz- und Steinkohlengas. Kunſt- und Gewerbeblatt für das Königreich Baiern; auch Polytechniſches Centralblatt 1852, S. 826.

Zinken, Ueber die Leuchtkraft von Photogen, Solaröl und Paraffinkerzen. In Schilling's Journal für Gasbeleuchtung mehrere Aufſätze.

Inhalt.

Seite

Einleitung.

Das Wesen der Flamme 1
Verschiedene Beleuchtungsarten 4
Eintheilung der Beleuchtungsmittel 5

Die Materialien zur Kerzen- und Lampenbeleuchtung . . . 6

Die Natur der Fette.

Die Fettsäuren 7
Die Palmitinsäure 8
Die Stearinsäure 8
Die Cerotinsäure 9
Die Oelsäure 9
Die Leinölsäure 9
Die Fettbasen 9
Das Glycerin 9
Cetyloxyd 10
Ceryloxyd 11
Myricyloxyd 11
Die glycerinhaltigen Fette oder Glyceride 11
Stearin 12
Palmitin 13
Olein 14
Feste thierische Fette 15
Talg oder Unschlitt 15
Talgschmelzen nach älterer Methode 15
Läutern 17
Verbesserte Methode des Talgschmelzens 18
Ausbeute 23
Schmalzarten 23
Schweinefett 23
Wallrath 24

Seite

Bienenwachs 24
Bleichen des Wachses 25
Die Wachssorten des Handels 27
Chemische Eigenschaften des Wachses 27
Verfälschungen 28
Feste Pflanzenfette 29
Palmöl 29
Bleichen des Palmöls 30
Cocosnußöl 31
Japanesisches Wachs 32
Pflanzenwachsarten 33
Flüssige Fette des Thierreichs 34
Thran 34
Reinigen des Thrans 35
Flüssige Fette des Pflanzenreichs 37
Reps- oder Rüböle 37
Gewinnung derselben 38
Walzwerk 39
Steinwerk 42
Wärmeapparate 46
Keilpresse 50
Hydraulische Pressen, liegende und stehende 54
Betriebsverhältnisse 65
Anschaffungskosten der Apparate 69
Eigenschaften der Rüböl-sorten 70
Raffiniren des Rüböls 70
Madiaöl 73
Olivenöl 73
Oelverfälschungen 73
Die festen Fettsäuren als Beleuchtungsmittel 74
Die Stearinsäure 74
Darstellung, ältere Methode 75
Sogenannte saure Verseifung 83
Neuestes Verfahren 89
Flüchtige Beleuchtungsmittel, nicht in die Classe der Fette gehörend 89
Camphin 89
Pinolin 90
Theerproducte (Photogen, Solaröl, Mineralöl, Paraffin), — deren Darstellung 91
Oleon 106
Die Kerzenfabrikation 107
Geschichtliches 108
Die Functionen der Kerze 109
Docht 110
Verfertigung der Talgkerzen 116
Gezogene Kerzen 116
Gegossene Kerzen 118

Seite
Verfertigung der Stearin-(säure)kerzen 122
Darstellung der Wachskerzen 136
Einrichtungen zur Beleuchtung mit flüssigen Materialien . 139
Die verschiedenen Arten von Lampen, Principien, worauf es ankommt 139
Beispiele der gebräuchlichern Lampen 144
Ueber elektrische Beleuchtung 151
Gasbeleuchtung 173
Steinkohlengasbeleuchtung 176
Rohmaterial 176
Beschaffenheit der gasförmigen Destillationsproducte . . . 177
Ausbeute an Gas 182
Der Apparat zur Gaserzeugung 184
Gasretorten, eiserne und thönerne 184
Retortenofen 191
Retortenhaus 202
Reinigungsapparate 203
Condensator 203
Wascher 207
Exhaustor 209
Trockne Reiniger 213
Nasse Reiniger 219
Wechsler 223
Gashalter 225
Druckregulator 233
Druckmesser 235
Röhrenleitung 236
Gasuhr 255
Brenner 262
Der Betrieb der Steinkohlengasfabrikation 263
Beschickung, Temperatur der Gasretorten, Dauer des Processes . . 264
Nebenproducte 268
Reinigung 269
Regulirung des Druckes 272
Notizen über Buchführung und Calculation 274
Gasbereitung aus anderen Materialien 279
Wasserstoffgas 280
Nach Gillard 280
Nach White 285
Luft mit Kohlenwasserstoffen 288
Oelgas 288
Schieferölgas 289
Harzgas 290
Holzgas 291
Torfgas 294
Leistungen der verschiedenen Beleuchtungsmittel und Methoden zur Bestimmung ihres Werthes 296

Seite
Photometrie 296
Photometrie von Ritchie 297
» » Rumford 298
» » Bunsen 299
Specifisches Gewicht des Leuchtgases 305
Analyse des Leuchtgases 308
Leuchtkraft der Kerzen 309
» » Oele 311
» » Gase 313
Vergleichung der Leuchtkräfte und Kosten verschiedener Materialien . 316

Verlag von Friedrich Vieweg und Sohn in Braunschweig.

Claussen, Chevalier, Der Flachsbau, seine nationale Bedeutung und Vortheile nebst Anweisungen zur Bereitung von Flachsbaumwolle und zur Cultur des Flachses. Aus dem Englischen. gr. 8. Fein Velinpap. geh. (Siehe auch Ryan.) Preis 10 Sgr.

Gay-Lussac, vollständiger Unterricht über das Verfahren, Silber auf nassem Wege zu probiren. Mit 6 Kupfertafeln. gr. 8. geh. Preis 1 Thlr. 20 Sgr.

Gentele, J. G., Lehrbuch der Farbenfabrikation. Anweisung zur Darstellung, Untersuchung und Verwendung aller im Handel vorkommenden Malerfarben, zum Gebrauche für Farbenfabrikanten, Chemiker, Techniker, Kaufleute, Maler und Consumenten dieser Artikel. Mit in den Text eingedruckten Holzstichen. gr. 8. Fein Velinpap. geh. Preis 1 Thlr. 15 Sgr.

Grützner, August, Die Augustin'sche Silberextraction in ihrer Anwendung auf Hüttenproducte und Erze. Mit 4 Kupfertafeln in gross Folio. gr. 8. Fein Velinpap. geh. Preis 2 Thlr.

Hartig, Prof. Dr. Th., Ueber das Verhältniss des Brennwerthes verschiedener Holz- und Torf-Arten für Zimmerheizung und auf dem Kochheerde. Ein Hülfsbuch für Alle, denen daran gelegen ist, ihren Feuerungsbedarf in mindest kostspieliger Weise zu befriedigen, je nach Verschiedenheit des Zweckes der Verwendung. 8. Velinpap. geh. Preis 25 Sgr.

Knapp, Prof. Dr. F., Lehrbuch der chemischen Technologie, zum Unterricht und Selbstudium bearbeitet. Mit 462 in den Text eingedruckten Holzstichen. Zwei Bände. Zweiter Abdruck. gr. 8. geh. Preis 8 Thlr.

Kurrer, Dr. Wilhelm Heinrich v., Das Bleichen der Leinwand und der leinenen Stoffe in den europäischen Ländern, von dem Standpunkte der Wissenschaft und der praktischen Erfahrungen beleuchtet, in steter Hinweisung auf eigene Beobachtungen, Erfahrungen und Verfahrungsarten, und die verschiedenen Appreturen, mit einem Anhang über den gegenwärtigen Standpunkt und die neuesten Verfahrungsarten in der Kunst, baumwollene Stoffe jeder Gattung auf die schnellste, sicherste und unschädlichste Art, sowohl für den Druck als für den weissen Bedarf vollkommen weiss zu bleichen und zu appretiren. Zweite, durch Nachträge vermehrte Auflage. Mit 5 Kupfertafeln. gr. 8. Fein Velinpap. geh. Preis 2 Thlr.

Kurrer, Dr. Wilhelm Heinrich v., Das neue Verfahren, Leinwand und leinene Stoffe zu bleichen, wie es zu Blaubeuren im Königreich Würtemberg eingeführt ist. Als Supplement zur ersten Auflage der Schrift: Das Bleichen der Leinwand und der leinenen Stoffe in den europäischen Ländern. gr. 8. geh. Preis 15 Sgr.

Müller, P., Handbuch für Bierbrauer. Eine wissenschaftlich-praktische Anleitung zum Bierbrauen im ganzen Umfange des Gewerbes. Mit Rücksicht auf die neuesten Erfahrungen und Verbesserungen im Braufache und unter Beifügung der verschiedenen Braumethoden in Baiern und anderen Ländern. Nach den besten Quellen und vieljährigen eigenen Erfahrungen bearbeitet. Mit einem Vorworte von Prof. Dr. Fr. Jul. Otto. Mit in den Text eingedruckten Holzstichen. gr. 8. Fein Velinpap. geh. Preis 2 Thlr 10 Sgr.

Otto, Prof. Dr. Fr. Jul., Lehrbuch der Essigfabrikation, enthal-tend: die Anleitung zur rationellen Bereitung aller Arten von Essig, sowohl nach der älteren langsamen Methode, als auch nach der neueren schnellen Methode; zur Darstellung der Kräuteressige; zur Prüfung des Essigs auf seinen Säuregehalt; zur Anlage von Essigfabriken u. s. w. Für Essigfabrikanten, Kaufleute, Landwirthe, Cameralisten und Techniker. Zweite vermehrte und verbesserte Auflage. Mit zahlreichen in den Text eingedruckten Holzstichen. 8. Fein Velinpap. geh. Preis 1 Thlr. 10 Sgr.

Otto, Prof. Dr. Fr. Jul., Lehrbuch der rationellen Praxis der landwirthschaftlichen Gewerbe. Die Bierbrauerei und Branntweinbrennerei, die Sprit-, Hefe-, Liqueur-, Essig-, Senf-, Stärke-, Stärkezucker- und Runkelrübenzuckerfabrikation, die Cider- oder Obstmostbereitung, die Kalk-, Gyps- und Ziegelbrennerei, Potaschesiederei, Oelraffinerie, Butter- und Käsebereitung, das Brotbacken und Seifesieden umfassend. Zum Gebrauche bei Vorträgen über die landwirthschaftlichen Gewerbe und zum Selbstunterrichte für Landwirthe, Fabrikanten, Architekten und Ingenieure. Fünfte umgearbeitete und vermehrte Auflage. Zwei Bände. Mit zahlreichen neu gestochenen in den Text eingedruckten Holzstichen. gr. 8. Fein Velinpap. geh. Preis 6 Thlr. 12 Sgr

Verlag von Friedrich Vieweg und Sohn in Braunschweig.

Percy, John, Die Metallurgie. Gewinnung und Verarbeitung der Metalle und ihrer Legirungen, in praktischer und theoretischer, besonders chemischer Beziehung. Uebertragen und bearbeitet von Dr. F. Knapp. gr. 8. Fein Velinpapier. geh. Erschienen ist: Ersten Bandes erste Hälfte. Preis 1 Thlr. 15 Sgr.

Ryan, Dr. John, Die Zubereitung von Flachs, Flachsbaumwolle und Flachswolle, nach dem Claussen'schen Verfahren; nebst einer Beschreibung der dabei angewendeten chemischen und mechanischen Hülfsmittel, und Claussen's Bleichmethode für vegetabilische Fasern, Garne und gewebte Stoffe. Deutsch herausgegeben von Theod. Kell. Mit Holzstichen. geh. (Siehe auch Claussen.) Preis 20 Sgr.

Scheerer, Prof. Dr. Th., Lehrbuch der Metallurgie mit besonderer Hinsicht auf chemische und physikalische Principien. In zwei Bänden. Mit zahlreichen in den Text eingedruckten Holzstichen. Velinpap. geh. Erschienen ist: Erster Band complet in 7 Lieferungen; zweiter Band 1. und 2. Lieferung. à Lieferung 15 Sgr.

Schenck, Dr. Ernst, Rationelle Torfverwerthung. Ein Leitfaden für die Anlage von Torfdarr- und Torfverkohlungsöfen, und für die Construction von Torfverdichtungs-Maschinen. Mit einem Vorwort von Dr. K. Karmarsch. Mit in den Text eingedruckten Holzstichen. gr. 8. geh. Preis 20 Sgr.

Schubert, Eduard, Der rationelle Brennereibetrieb. Enthaltend gründliche Anweisung zur Ausführung der besten Einmaischmethoden, wodurch der grösstmöglichste Vergährungsgrad der Maische, mithin der grösste Spirituscrtrag und zwar von einigermaassen gutem Materiale allermindestens 10 Procent Alkohol vom Quartmaischraum erzielt wird, sowie zur Bereitung bewährter Kunsthefen, des Filz- und Schaufelmalzes, der Presshefe etc.; nebst Darstellung eines in neuester Zeit zweckmässig construirten Destillir-Apparates. Nach eigenen langjährigen Erfahrungen bearbeitet. Mit einem Vorwort von Dr. Fr. Jul. Otto. Mit in den Text eingedruckten Holzstichen. Zweite umgearbeitete und vermehrte Auflage. 8. Fein Velinpap. geh. Preis 1 Thlr.

Schubert, Eduard, Praktisches Recept-Taschenbuch für Destil-lation. 750 Recepte zur Bereitung aller Sorten Liqueure, der Doppel- und Einfach-Branntweine auf warmem wie auf kaltem Wege; Bereitung des Schweizer-Absynth, der Magen-Tropfen, -Essenzen und -Elixire, der Punsch- und Grog-Extracte, der Fruchtweine, der Rum's, Arac's, Cognac's und Franzbranntweine, der Fruchtsäfte, der aromatischen Essenzen, -Sprite und -Wasser, der wohlriechenden Essenzen, der Eau de Cologne, der Toilettenwasser und der Räucheressige. Mit Anleitung zur Destillation etc. nebst Darstellung der gebräuchlichen Destillirapparate sowie des in neuester Zeit construirten Fein-Sprit-Apparates. Zum Gebrauche für Branntweinbrenner, Destillateure, Kaufleute, Conditoren, Schenk- und Gastwirthe. Mit in den Text eingedruckten Holzstichen und einer Reductions-Tabelle für Oesterreichisches Maass und Gewicht. 8. Fein Velinpap. geh. Preis 1 Thlr.

Stölzel, Dr. C., Die Entstehung und Fortentwickelung der Rüben-zuckerfabrikation und insbesondere die Concurrenz zwischen Rohr- und Rübenzucker. gr. 8. geh. Preis 15 Sgr.

Varrentrapp, Dr. F., Die Seifenfabrikation. gr. 8. Fein Velinpap. geh. Preis 8 Sgr.

Vogelgesang, Moritz, Lehrbuch der Eisenemaillirkunst. Mit 2 Kupfertafeln in gross Folio. gr. 8. Fein Velinpap. geh. Preis 1 Thlr.

Walkhoff, Louis, Der praktische Rübenzuckerfabrikant. Ein Lehr- und Hülfsbuch für Rübenzuckerfabrikanten, Betriebsdirigenten, Siedemeister, Maschinenbauer, Ingenieure, Landwirthe und Studirende an landwirthschaftlichen Lehranstalten. Nach eigenen langjährigen Erfahrungen bearbeitet. Mit einem Vorwort vom Prof. Dr. Fr. Jul. Otto. Mit zahlreichen in den Text eingedruckten Holzstichen, nach Originalzeichnungen der neuesten und besten Constructionen aller Apparate der Rübenzuckerfabrikation. Zweite sorgsam durchgesehene und vermehrte Auflage. gr. 8. Fein Velinpap. geh. Preis 2 Thlr. 25 Sgr.

Verlag von Friedrich Vieweg und Sohn in Braunschweig.

Die Chemie

in ihrer Anwendung auf

Agricultur und Physiologie.

Von Justus von Liebig,
Vorstand der königlichen Akademie der Wissenschaften etc. zu München.

In zwei Theilen.

Siebente Auflage.

Erster Theil: **Einleitung. Der chemische Process der Ernährung der Vegetabilien.** gr. 8. Fein Velinpap. geh. Preis 8 Thlr.

Zweiter Theil: **Die Naturgesetze des Feldbaues.** gr. 8. Fein Velinpap. geh. Preis 2 Thlr. 15 Sgr.

Für Diejenigen, welche den zweiten Band — der nur Neues enthält — einzeln zu erwerben wünschen, ist die Einrichtung getroffen, dass auch die absolut dazu gehörige „Einleitung" besonders abgegeben wird, sowie sie überhaupt einzeln verkäuflich ist. Sie ist selbstständig erschienen unter dem Titel:

Einleitung

in die Naturgesetze des Feldbaues.

Von Justus von Liebig,
Vorstand der königlichen Akademie der Wissenschaften etc. zu München.

Besonderer Abdruck aus „Justus von Liebig, Die Chemie in ihrer Anwendung auf Agricultur und Physiologie. Siebente Auflage."

gr. 8. Fein Velinpap. geh. Preis 25 Sgr.

Lehrbuch der chemischen Technologie

zum Unterricht und Selbststudium bearbeitet

von Dr. F. Knapp,
Professor der chemischen Technologie an der Universität zu München.

Zweiter Abdruck.

Zwei Bände. Mit 462 in den Text eingedruckten Holzstichen. gr. 8. Fein Velinpap. geh. Preis 8 Thlr.

Der von unserer Zeit vollständig gewürdigte unermessliche Einfluss der Chemie auf die gesammte Gewerbsthätigkeit ist so durchgreifend, dass das Bedürfniss nach entsprechenden, rationell behandelten Lehrbüchern sich schlagender als je herausstellt. Das vorliegende Werk ist kein Lehrbuch der Chemie im Allgemeinen mit specieller Bezugnahme auf die Technologie; es stellt sich vielmehr die Aufgabe, als chemische Technologie, die vorzugsweise auf chemischen Grundsätzen beruhenden Gewerbe vollständig und unter Entwickelung der theoretischen Grundlagen, darzustellen, so dass es dem gebildeten Gewerbtreibenden als Rathgeber dienen, dem studirenden Chemiker, Pharmaceuten, Gewerbtreibenden, Agronomen und Cameralisten aber die Belege, die Anwendung der Chemie auf die Technik, für ihre Studien, und somit eine Ergänzung jedes Lehrbuches der Chemie bieten könne. — Unsere Literatur besass bisher in dieser Auffassung kein einziges Werk, welches dem heutigen Standpunkte der Wissenschaft genügte, und die glänzende Aufnahme, welche es findet, hat dargethan, dass der Herr Verfasser den richtigen Standpunkt gewählt hat und einem grossen Bedürfnisse begegnet ist. Vortrefflich ausgeführte und sehr detaillirte Holzstiche, die sich auf die grosse Anzahl von 462 steigern, erleichtern das Verständniss ungemein und ersetzen die kostbarsten Kupferwerke. Durch den möglichst wohlfeilen Preis, bei der zweckmässigsten Ausstattung, hat der Verleger die Verbreitung nach Kräften erleichtert.

Verlag von Friedrich Vieweg und Sohn in Braunschweig.

Die Metallurgie.

Gewinnung und Verarbeitung der Metalle und ihrer Legirungen, in praktischer und theoretischer, besonders chemischer Beziehung.

Von

John Percy, M. D., F. R. S.,

Professor der Metallurgie an der „*Government School of mines*" zu London.

Uebertragen und bearbeitet

von

Dr. F. Knapp,

Professor der chemischen Technologie an der Universität zu München.

Autorisirte deutsche Ausgabe unter directer Mitwirkung des englischen Verfassers.

Erster Band.

Die Lehre von den metallurgischen Processen im Allgemeinen und den Schlacken, die Lehre von den Brennstoffen und den feuerfesten Materialien als Einleitung, und die Metallurgie des Kupfers, des Zinks und der Legirungen aus beiden.

Mit zahlreichen in den Text eingedruckten Holzstichen.

Erschienen ist: Ersten Bandes erste Hälfte. Preis 1 Thlr. 15 Sgr.

gr. 8. Fein Velinpapier. geh.

Obwohl die Zurückführung der Gewinnung der Metalle und der Hüttenprocesse auf ihre mechanische Grundlage verhältnissmässig viel weiter vorgeschritten ist als die Zurückführung derselben auf die chemischen Gesetze, so hat die wissenschaftliche Chemie doch die chemische Erkenntniss der hüttenmännischen Praxis in ihren schnellen Fortschritt mit hineingezogen. Bei dem in Folge dessen angesammelten überreichen Materiale war es daher längst an der Zeit, das in den Zeitschriften, Monographien u. s. w. aufgehäufte Wissen zu sammeln und in einer systematischen Darstellung zur übersichtlichen Anschauung zu bringen und so einen Anschluss der neuen wissenschaftlichen Errungenschaft an unsere vorhandenen classischen Werke, zunächst die Metallurgie von Karsten, zu gewinnen. In der Metallurgie von Scheerer hatte sich der Verfasser diese Aufgabe gestellt, nämlich das allseitig angewachsene Material mit vorwiegender Rücksicht auf die chemischen Principien zu ordnen und einzureihen. Leider sind der Fortsetzung des trefflichen Werkes allzufrüh äussere Hindernisse durch die veränderte Stellung des Verfassers in den Weg getreten. Obwohl nun das Feld inzwischen nicht unbearbeitet geblieben ist, so hat doch eine dem Scheerer'schen Buche entsprechende zum Stellvertreter desselben geeignete Arbeit bis jetzt vergebens auf sich warten lassen. Erst nach einem Zwischenraume von 14 Jahren ist jenseits des Kanals ein Werk von John Percy, dem ersten Metallurgen Englands, erschienen, welches in jeder Beziehung berufen sein dürfte, die Lücke würdig auszufüllen. Bei den ausgebreiteten Kenntnissen des Verfassers, bei seiner Stellung als Lehrer an der Bergschule zu London, bei den zahlreichen Verbindungen mit der metallurgischen Praxis durch seine Schüler, vorzugsweise aber bei dem gründlichen Studium, welches dieser hervorragende Gelehrte und Kenner der Praxis auch unserer vaterländischen Literatur zugewendet hat, — fügt sich sein Werk der bestehenden Lücke in der letzteren so natürlich und organisch ein, dass eine Bearbeitung wie wir sie dem deutschen Publicum bieten, den Werth eines deutschen Originalwerkes ersetzt.

Der erste jetzt vorliegende Band des englischen Textes behandelt in dem angeführten Sinne die Lehre von den metallurgischen Processen im Allgemeinen und den Schlacken, dann die Lehre von den Brennstoffen und den feuerfesten Materialien als Einleitung, endlich die Metallurgie des Kupfers, des Zinks und der Legirungen aus beiden, denn auch auf die Legirungen der Metalle hat der Verfasser seine Arbeit ausgedehnt.

Der zweite Band wird die Metallurgie des Eisens mit seinem reichhaltigen bis in die neuesten Entwicklungen dargestellten Stoff umfassen.

Die deutsche Bearbeitung erfreut sich der directen Unterstützung des Verfassers und für die Fälle, wo der speciell deutsche Gesichtspunkt Zusätze eines in der Praxis stehenden Gelehrten erheischt, — der Mitwirkung des Herrn Professor Fritzsche von der Bergakademie in Freiberg. — Man hat sich bei dieser Bearbeitung übrigens so treu als möglich dem Original angeschlossen; nur da wo locale Gründe überwogen, hat man Auslassungen, Zusätze oder Veränderungen eintreten lassen. Stets war man bemüht nachzutragen, was inzwischen neu hinzugekommen.

So glauben wir hoffen zu dürfen, dass die Fachgenossen unseres Vaterlandes vorliegenden Arbeit ihre volle Anerkennung nicht versagen werden.

Handbuch
der
chemischen Technologie.

In Verbindung
mit mehren Gelehrten und Technikern bearbeitet, und herausgegeben von

Dr. P. Bolley,
Professor der technischen Chemie am Schweizerischen Polytechnikum in Zürich.

Acht Bände, die meisten in mehre Gruppen zerfallend.

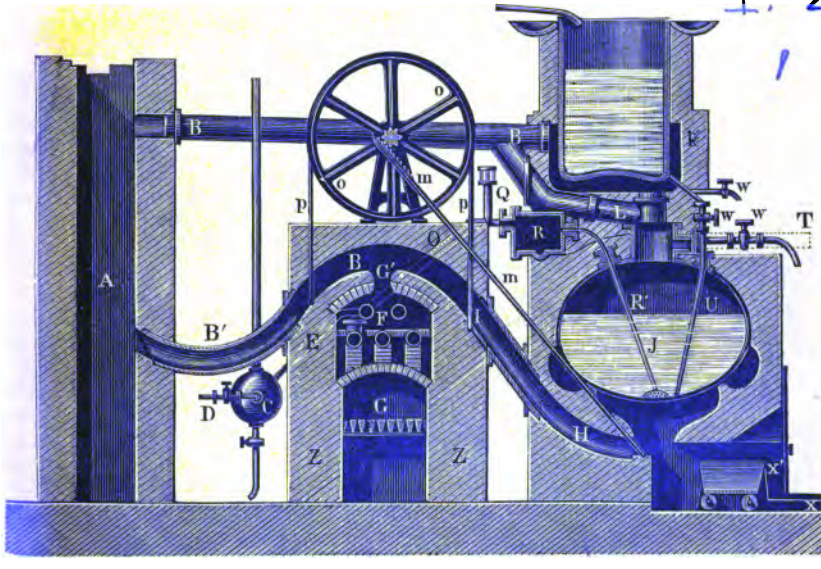
Ersten Bandes zweite Gruppe:

Das Beleuchtungswesen.

Erste Hälfte:

Kerzen-, Lampen- und elektrische Beleuchtung.

Von Dr. P. Bolley und Dr. G. Wiedemann.



Mit Kupfertafeln und 136 in den Text eingedruckten Holzstichen.

Braunschweig,
Druck und Verlag von Friedrich Vieweg und Sohn,
1862.

☞ Die zweite Hälfte des Beleuchtungswesens, die Gasbeleuchtung

Ankündigung.

Dieses Werk hat seit Jahren die Thätigkeit des Herrn Herausgebers, der Herren Mitarbeiter und des Verlegers lebhaft in Anspruch genommen. Es darf dem technischen Publikum nach Plan, Ausführung der Bearbeitung, Ausstattung und Preis empfohlen werden.

Es ist bei dem raschen Vorschreiten der chemischen Technologie ein entschiedenes Bedürfniß geworden, das zerstreute reichhaltige Material, welches die technische Literatur in den letzteren Jahren lieferte, zu sammeln, zu sichten und das Brauchbare übersichtlich zu ordnen. Nur der geringere Theil der Thatsachen, durch welche sich der Umschwung in den Gewerben kund giebt, findet sich ohne Entstellung in technischen Zeitschriften, und was verschwiegen, was zu viel gesagt ist, läßt sich nur durch eigene Beobachtung oder persönliche Beziehung zu kundigen Praktikern herausfinden.

Es stellt sich das vorliegende Werk folgende Aufgaben durch die angegebenen Mittel:

1. Klare und vollständige Darlegung des heutigen Zustandes sämmtlicher auf Chemie gegründeten Gewerbe;
2. Nur durch Theilung des umfangreichen Stoffes unter verschiedene Bearbeiter kann mit Zuversicht der Aufgabe genügt werden, sich der Praxis so nahe als möglich anzuschließen. Sämmtliche Mitarbeiter stehen der Materie der von ihnen übernommenen Abtheilungen des Werkes entweder durch Praxis oder specielle Beobachtung nahe;
3. Das Werk wird in acht Bänden, von denen die Mehrzahl in einzelne Gruppen zerfällt, erscheinen;
4. Diese Gruppen sollen, mindestens die größeren, für sich verkäuflich sein und so dem technischen Publikum das jede einzelne Industrie zunächst interessirende Material thunlichst leicht zugängig gemacht werden;
5. Der Preis wird, einschließlich der reichsten Illustration durch zahlreiche Abbildungen, durchschnittlich nicht über $2\frac{1}{2}$ Sgr. pro Bogen in groß Octav-Median betragen;
6. Die rasche Erscheinung ist durch das Zusammenwirken vieler und ausgezeichneter Kräfte gesichert;
7. Gleichzeitig erscheinen jetzt:
   a) Die chemische Technologie des Wassers.. Vom Herausgeber. Mit 80 in den Text eingedruckten Holzschnitten. Preis 24 Sgr.
   b) Das Beleuchtungswesen. Erste Abtheilung. Vom Herausgeber. Mit Kupfertafeln und 136 in den Text eingedruckten Holzschnitten. Preis 1 Thlr.
   c) Die Fabrikation chemischer Producte aus thierischen Abfällen. Von Dr. Hugo Fleck, Assistent an der Königl. polytechnischen Schule, Lehrer der Physik und Chemie an der chirurgisch-medicinischen Academie zu Dresden. Mit 46 in den Text eingedruckten Holzschnitten. Preis 1 Thlr.
   d) Die Gasfabrikation. Von W. Stein, Professor der Chemie an der polytechnischen Schule zu Dresden. Mit 233 in den Text eingedruckten Holzschnitten. Preis 1 Thlr. 10 Sgr.

Unter der Presse befinden sich:

   e) Das Beleuchtungswesen. Zweite Abtheilung: Gasfabrikation. Vom Herausgeber.
   f) Die Fabrikation chemischer Producte aus dem Mineralreich. Von Dr. Schwarzenberg.

Der Verleger bittet den ausführlichen Prospectus einer eingehenden Durchsicht werth halten zu wollen.

Braunschweig, im October 1861.

Friedrich Vieweg und Sohn.

34.154

Handbuch
der
chemischen Technologie.

In Verbindung
mit mehren Gelehrten und Technikern bearbeitet, und herausgegeben von
Dr. P. Polley,
Professor der technischen Chemie am Schweizerischen Polytechnikum in Zürich.

Acht Bände, die meisten in mehre Gruppen zerfallend.

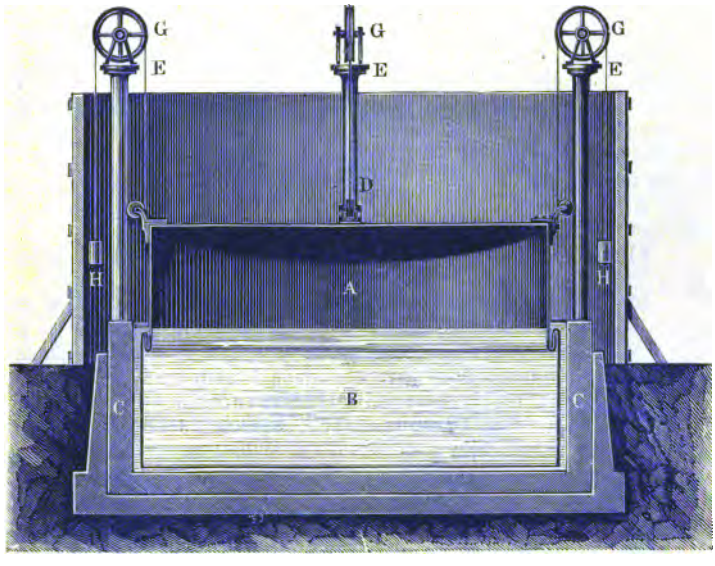
Ersten Bandes zweite Gruppe.

Das Beleuchtungswesen.

Zweite Hälfte.

Die Gasbeleuchtung aus verschiedenen Materialien.

Von Dr. P. Polley.



Mit 95 in den Text eingedruckten Holzstichen.

Braunschweig,
Druck und Verlag von Friedrich Vieweg und Sohn.
1862.

Ankündigung.

Dieses Werk hat seit Jahren die Thätigkeit des Herrn Herausgebers, der Herren Mitarbeiter und des Verlegers lebhaft in Anspruch genommen. Es darf dem technischen Publikum nach Plan, Ausführung der Bearbeitung, Ausstattung und Preis empfohlen werden.

Es ist bei dem raschen Vorschreiten der chemischen Technologie ein entschiedenes Bedürfniß geworden, das zerstreute reichhaltige Material, welches die technische Literatur in den letzteren Jahren lieferte, zu sammeln, zu sichten und das Brauchbare übersichtlich zu ordnen. Nur der geringere Theil der Thatsachen, durch welche sich der Umschwung in den Gewerben kund giebt, findet sich ohne Entstellung in technischen Zeitschriften, und was verschwiegen, was zu viel gesagt ist, läßt sich nur durch eigene Beobachtung oder persönliche Beziehung zu kundigen Praktikern herausfinden.

Es stellt sich das vorliegende Werk folgende Aufgaben durch die angegebenen Mittel:

1. Klare und vollständige Darlegung des heutigen Zustandes sämmtlicher auf Chemie gegründeten Gewerbe;
2. Nur durch Theilung des umfangreichen Stoffes unter verschiedene Bearbeiter kann mit Zuversicht der Aufgabe genügt werden, sich der Praxis so nahe als möglich anzuschließen. Sämmtliche Mitarbeiter stehen der Materie der von ihnen übernommenen Abtheilungen des Werkes entweder durch Praxis oder specielle Beobachtung nahe;
3. Das Werk wird in acht Bänden, von denen die Mehrzahl in einzelne Gruppen zerfällt, erscheinen;
4. Diese Gruppen sollen, mindestens die größeren, für sich verkäuflich sein und so dem technischen Publikum das jede einzelne Industrie zunächst interessirende Material thunlichst leicht zugängig gemacht werden;
5. Der Preis wird, einschließlich der reichsten Illustration durch zahlreiche Abbildungen, durchschnittlich nicht über $2\frac{1}{2}$ Sgr. pro Bogen in groß Octav-Median betragen;
6. Die rasche Erscheinung ist durch das Zusammenwirken vieler und ausgezeichneter Kräfte gesichert.

Erschienen ist:

a) Die chemische Technologie des Wassers. Vom Herausgeber. Mit 80 in den Text eingedruckten Holzschnitten. Preis 24 Sgr.

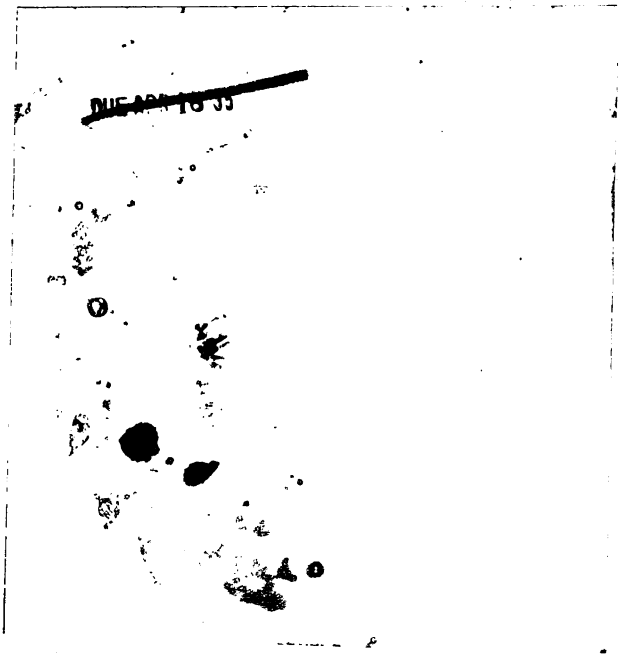
b) Das Beleuchtungswesen. In zwei Abtheilungen. Vom Herausgeber und Dr. G. Wiedemann, Professor der Physik an der Universität zu Basel. Mit Kupfertafeln und 231 in den Text eingedruckten Holzschnitten. Preis jeder Abtheilung 1 Thlr.

c) Die Fabrikation chemischer Producte aus thierischen Abfällen. Von Dr. Hugo Fleck, Assistent an der Königl. polytechnischen Schule, Lehrer der Physik und Chemie an der chirurgisch-medicinischen Academie zu Dresden. Mit 46 in den Text eingedruckten Holzschnitten. Preis 1 Thlr.

d) Die Glasfabrikation. Von W. Stein, Professor der Chemie an der polytechnischen Schule zu Dresden. Mit 233 in den Text eingedruckten Holzschnitten. Preis 1 Thlr. 10 Sgr.

Braunschweig, im October 1862.

Friedrich Vieweg und Sohn.


DUE APR 16 55

Chem 7001.2
Das Beleuchtungswesen.
Cabot Science
001347075
3 2044 091 914 200